

500,597

Rec'd PCT/PRO

01 JUL 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年8月21日 (21.08.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/069557 A1(51) 国際特許分類: G06T 3/00,
5/00, H04N 1/387, 1/40, 5/20

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/01450

(22) 国際出願日: 2003年2月12日 (12.02.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-33658 2002年2月12日 (12.02.2002) JP
特願2002-198394 2002年7月8日 (08.07.2002) JP
特願2002-239134 2002年8月20日 (20.08.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電
器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUS-
TRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-0050 大阪府 門真市
大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72) 発明者: および

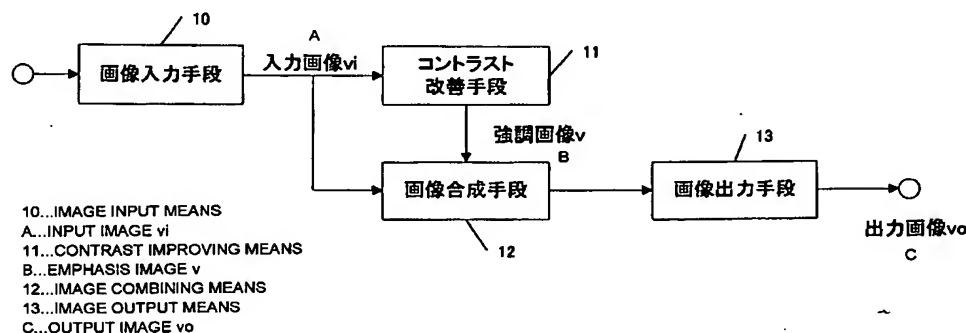
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺 辰巳
(WATANABE, Tatsumi) [JP/JP]; 〒570-0053 大阪府 守
口市 高瀬町1-5-21-501 Osaka (JP). 小嶋 章夫 (KO-
JIMA, Akio) [JP/JP]; 〒572-0039 大阪府 寝屋川市 池田3-9-7-205 Osaka (JP). 桑原 康浩 (KUWAHARA, Ya-
suihiro) [JP/JP]; 〒572-0019 大阪府 寝屋川市 三井南
町24-2-405 Osaka (JP). 物部 祐亮 (MONOBE, Yusuke)
[JP/JP]; 〒571-0014 大阪府 門真市 千石西町4-38-305
Osaka (JP). 黒沢 俊晴 (KUROSAWA, Toshiharu)
[JP/JP]; 〒538-0041 大阪府 大阪市 鶴見区今津北5-7-3
C-104 Osaka (JP). 奥 博隆 (OKU, Hirotaka) [JP/JP]; 〒
576-0063 大阪府 交野市 寺2-20-5 Osaka (JP).(74) 代理人: 福井 豊明 (FUKUI, Toyoaki); 〒540-0026 大阪
府 大阪市 中央区内本町2丁目1番19号 内本町松屋ビ
ル10-860号 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, SI, SK, TR).添付公開書類:
— 国際調査報告書2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE AND IMAGE PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 画像処理装置および画像処理方法



(57) Abstract: An image processing device for automatically improving contrast of an input image obtained by a digital camera or the like, thereby obtaining a clear image. Contrast improving means (11) performs contrast improvement of an input image by comparing an object pixel of the input image with pixels belonging to its peripheral area. Image combining means (12) combines an emphasis image obtained by the contrast improvement processing with the input image. The image after the combination is output by image output means (13) to a desired device such as a printer.

[続葉有]



WO 03/069557 A1



(57) 要約:

デジタルカメラ等で得られた入力画像のコントラストを自動的に改善し、より鮮明な画像を得るための画像処理装置。コントラスト改善手段（１１）は、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段（１２）は、そのコントラスト改善処理によって得られた強調画像と入力画像とを合成する。合成後の画像は、画像出力手段（１３）によって、プリンタなどの所望のデバイスに出力される。

明 細 書
画像処理装置および画像処理方法

技術分野

- 5 本発明はデジタルカメラ等で得られた画像のコントラストを自動的に改善するための画像処理装置および画像処理方法に関するものである。

背景技術

- 10 デジタルカメラのダイナミックレンジは、撮像素子であるCCD素子で得られたアナログ値のノイズ割合を表すSNレベルやアナログ値をデジタル値に変換する精度などによって大きく制限を受ける。このため、撮影されたデジタル画像では、影のかかった細部での情報が損失する傾向がある。特に、明るい領域と暗い領域が混在するようなサンプルでは、その傾向は大きい。

- 15 その画像の質を改善する方法として、デジタル画像の輝度の範囲をより輝度の高い部分からより輝度の低い部分まで広げるように、コントラスト強調を行う手法をまず挙げることができる。

- 20 コントラスト強調の従来手法にヒストグラム均等化手法がある。この手法は、原画像を構成する全画素の輝度の分布状態を示すヒストグラムを作成し、そのヒストグラムの累積曲線を輝度変換曲線に用いて、原画像中の画素の輝度を新たな値に変換する手法である。

この手法では、原画像全領域の画素の輝度を同一の輝度変換曲線で新たな輝度に変換するために、部分的にはかえってコントラストが低下してしまうことがある。

- 25 これを避けるには、領域に合ったコントラスト強調処理を行えばよい。そのための手法として、画像を複数の矩形領域に分割し、各々の領域にヒストグラム均等化手法を適用する局所的ヒストグラム均等化手法も多く提案されている。

例えば特開2000-285230公報には、図1に示すように、画像分割部2001、ヒストグラム作成部2002及びコントラスト伸長部2003を備えたコントラスト補正部が記載されている。

画像分割部 2001 は、入力された画像を矩形に分割する。ヒストグラム作成部 2002 は、その矩形ごとにヒストグラムを作成する。コントラスト伸長部 2003 は、その矩形ごとにコントラストの伸張を行う。

5 この公報に記載されたような手法にも、コントラストを強調し過ぎた矩形領域が発生したり、隣接する矩形領域間の境界でコントラストが不連続になったりするなどの問題点が指摘されている。

ヒストグラムを利用しないでこのような問題を解決する技術も提案されている。例えば特開平 6-141229 号公報に記載されているように、フィールドごとにデジタルカメラのシャッター時間や絞りを変えて、明るい部分と暗い部分を別々に撮像する。得られた両方の画像を 1 枚の画像に合成することによって中間調濃度を実現する。これによって、ダイナミックレンジの広い画像を得ることができる。

図 2 は特開平 6-141229 号公報に記載された画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。この画像処理装置において、撮像素子 2101 は被写体の光像に対して光電変換を行う。画像合成部 2102 は撮像素子における電荷蓄積期間の異なる 2 枚以上の画像の信号レベルに応じて重み付け合成を行う。そのために画像合成部 2102 には、メモリ 2103、乗算手段 2104、レベル重み手段 2105 および 2106、並びに加算手段 2107 が設けられている。メモリ 2103 は画像信号を記録する。乗算手段 2104 は信号レベルを常数倍し、レベル重み手段 2105 及び 2106 は画像信号のレベルに応じて重みを付加し、加算手段 2107 は信号を加算する。

また、速度変換手段 2108 は画像信号の速度を変換し、レベル圧縮手段 2109 は画像信号のレベルを圧縮する。そして、タイミング制御手段 2110 は各ブロックのタイミングを制御する。この装置は、テレビ信号での基準レベルに圧縮するテレビ撮像装置に関するものであるので、得られた合成画像出力を標準テレビ信号の速度に変換するため、速度変換手段、レベル圧縮手段等が設けられている。このような技術をデジタルカメラに適用する場合、速度変換手段やレベル圧縮手段は必要としない。

上記の通り、複数の電荷蓄積期間で得られた画像合成による手法の場合、合成

された画像におけるコントラストの不連続性は生じにくい。しかしながら、最低2枚の画像を続けて取るため、それらの画像は原理的に異なってしまう。従って、画像を合成すると、シャッタ速度にも影響されるが、合成画像の細部がぼけたりずれたりした画像が作成される可能性がある。また、明るい部分を撮影する際の濃度レンジと暗い部分を撮影する際の濃度レンジで画像内の持つ濃度レンジ全域をカバーできていない場合、その中間の濃度レンジで不連続性が生じる危険もある。

また、例えば国際公開第97/45809号パンフレットまたは特表2000-511315号公報には、レティネックス理論を利用してデジタル画像の画質を改善する手法が記載されている。人間が観察すると、影のかかった領域での細部および色についても、上記のような問題が発生しない。人間は、画像が本来持つ広い濃度のダイナミクスや色を知覚することができる。このような人間の視覚に注目した中央視野／周辺視野レティネックスの概念は、Edwin Land により「An Alternative Technique for the Computation of the Designator in the Retinex Theory of Color Vision」, National Academy of Science, 第84巻、pp. 3078からpp. 3080 (1986) の中で紹介された。

その文献は、人間の視覚について、中央視野は2から4基礎単位分の直径を持つ逆2乗関数で、周辺視野は中央視野の約200から250倍の直径を有する逆2乗関数で記述されると、レティネックスの概念を説明している。また、中央視野、周辺視野各々の視野内での信号強度の空間的平均は、知覚される強度に関係するものと定義している。上述のパンフレットまたは公表公報に記載されているのは、このような原理に従い、暗部における色と明度表現を改善する手法の一つである。

図3はそのパンフレット及び公表公報に記載された画像処理装置を説明するブロックである。なお、ここではグレースケール画像を例にその画像処理装置を説明するが、その説明はカラー画像に対しても拡張することができる。

デジタル撮像装置2201により取得された画像の画素(i, j)の値I(i, j)について、プロセッサ2202およびフィルタ2203は、調整およびフィルタリング処理を行う。

プロセッサ 2202 は、次の数式 1 によって与えられる調整値 $I'(i, j)$ を画素ごとに算出する。

$$I'(i, j) = \log I(i, j) - \log [I(i, j) * F(i, j)] \quad \dots (1)$$

ここで、 $F(x, y)$ は周辺視野を表す周辺視野関数であり、「*」は畳み込み演算処理を示す。次の数式 2 の条件を満足するように正規化係数 K が決定されていれば、数式 1 の第 2 項は、周辺視野に相当する領域に属する画素の値の平均値に相当する。

$$K \iint F(i, j) di dj = 1 \quad \dots (2)$$

つまり、数式 1 は大きな領域における画素の値の平均値に対する各画素の値の比率を対数変換したものに相当する。周辺視野関数 $F(i, j)$ は、人間の視覚モデルとの対応から対象画素に近づくほど寄与する割合が高いように設計されており、次の数式 3 のようなガウス関数が適用される。

$$\left. \begin{aligned} F(i, j) &= \exp(-r^2/c^2) \\ r &= (i^2 + j^2)^{1/2} \end{aligned} \right\} (3)$$

ここで c は各画素の値 $I(i, j)$ の調整値 $I'(i, j)$ をコントロールするための定数である。

以上のように、対象画素の値と周辺視野に相当する領域に属する画素の値の平均値との比が調整値 $I'(i, j)$ として算出されると、フィルタ 2203 は、この値に対してフィルタ処理を行い、レティネックス出力 $R(i, j)$ を生成する。このフィルタ処理は、対数領域での調整値 $I'(i, j)$ をディスプレイ 2204 で扱われる領域での値 $R(i, j)$ に変換する処理であり、その処理の簡便化のために全ての画素に対して同一のオフセットおよび利得変換関数を適用する処理が用いられる。

この手法で問題となることの一つは、周辺視野関数を制御する定数 c による影響が大きいことである。例えば、この定数 c が大きな値であり、改善に寄与する周辺視野に相当する領域が大きくなる場合、大きな影における色の補償のみが可

能となる。一方、定数 c が小さな値であり、対象画素近傍の画素の値のみが改善に影響を与える場合、その改善は小さな影領域に対するものに限られる。このように、扱う画像に応じて適切な定数 c を考慮する必要があるが生じる。この依存性を緩和するために、複数のサイズの周辺視野に相当する領域を用意する手法も同じ文献で提案されている。しかしながら、領域のサイズをいくつ用意するかが明確になっていない。改善精度の向上のために、大きな領域や小さい領域を数多く用意すると、処理時間が膨大になってしまう。

また、最適なオフセットおよび利得変換関数の設定には、経験的知見を要する点も問題として挙げられる。

さらに、複数の定数 c により設定される領域のうち、最大の領域で画素の値の変動が非常に小さい場合、調整値 $I'(i, j)$ は、領域が複数用意されていても、値 $I(i, j)$ に関係なく 1.0 近傍になる。変動の小さい領域にある対象画素での調整値 $I'(i, j)$ は、その入力画像全体における調整値 $I'(i, j)$ の平均値近傍に位置することが多い。オフセットおよび利得変換関数の如何を問わず、調整値 $I'(i, j)$ は、そのヒストグラムの中央付近に集まってしまう。このため、特にハイライト輝度をもつ一様に広い領域では、輝度が下がる方向に調整されやすく視覚的に悪化する。また、夜景等の輝度が低く広い領域では過剰に強調されることで撮影時に発生した色ノイズや圧縮ノイズが表れることもあった。

発明の開示

本発明は、このような従来の技術における課題を鑑みてなされたものであり、質の高いコントラストの改善を簡易に行うことができる画像処理装置を提供することを目的とするものである。

上述の目的を達成するため、本発明の画像処理装置では、コントラスト改善手段は、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段は、コントラスト改善手段により得られた強調画像とその入力画像とを合成する。合成後の画像は、画像出力手段によって、プリンタなどのデバイスに出力される。

これによって、コントラストを改善し、出力画像の高画質化を容易に図ることができる。

この画像処理装置のコントラスト改善手段では、例えば補正情報導出手段が、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求める。抽出手段は、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する。画素値変換手段は、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する。

この補正情報導出手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めることもできる。この場合、入力画像の影響や周辺領域の大きさを示す定数の設定による影響を低減させることができる。

また、画素値変換手段では、平均輝度算出手段が、入力画像内の画素の平均輝度を算出する。変換方式分類手段は、コントラスト改善量を強調画像での画素の値に変換する方式を、その平均輝度をもとに選択する。画素値推定手段は、選択された変換方式に従い、コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換する。

これによって、容易かつ確実にコントラストの改善を行うことができる。

また、画素値変換手段に基準強度算出手段、変換曲線推定手段および画素値推定手段を備えてもよい。基準強度算出手段は、入力画像のコントラスト強度を示す基準強度値を算出する。変換曲線推定手段は、その基準強度値をもとに、コントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する。画素値推定手段は、その変換曲線を使って、コントラスト改善量を強調画像での値に変換する。

この場合、自動的に推定された変換曲線を用いてコントラスト改善を容易に行うことができる。

この変換曲線推定手段では、例えば初期候補設定手段が、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定する。画素値変換候補算出手段は、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、コントラスト改善量から強調画像の候補での変換値を求める。評価値算出手段は、その基準強度値と変換値を用いて、各変

換曲線の候補を評価するための評価値を算出する。適合度計算手段は、その評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算する。組替え操作手段は、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生成を行う。推定終了判定手段は、変換曲線の推定が終了する世代かどうかの判定を行う。

このように遺伝的アルゴリズムで推定を行うことによって、最適化された変換曲線を自動で得ることができ、質のよいコントラストの改善を簡易に行うことができる。

また、明度や輝度のような信号についてコントラスト改善量を求めることもできる。その場合、コントラスト改善手段では、信号変換手段が、コントラスト改善の対象となる信号を含む複数の信号に入力画像内の画素の値を変換する。対象補正情報導出手段は、信号変換手段で得られた対象信号に対して対象画素のコントラスト改善量を求める。抽出手段は、対象信号に対するコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する。対象信号変換手段は、抽出された範囲に従って、対象信号に対するコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する。対象信号変換手段は、強調画像での対象信号と信号変換手段で得られた対象信号以外の信号とに基づいて強調画像上の画素の値を求める。

この補正情報導出手段は、対象画素の対象信号の値とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素の対象信号の値とに基づく比較によってコントラスト改善量を求めることもできる。これによって質の高いコントラストの改善を行うことができる。

また、対象信号変換手段に、平均対象信号算出手段、平均対象信号算出手段および対象信号推定手段を備えてもよい。平均対象信号算出手段は、入力画像での対象信号の平均値を算出する。平均対象信号算出手段は、その平均値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換するための変換方式を選択する。対象信号推定手段は、選択された変換方式に従い、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する。

これによって、容易かつ確実にコントラストの改善を行うことができる。

さらに、前記対象信号変換手段に、基準強度算出手段、対象信号変換曲線推定

手段および対象信号推定手段を備えることもできる。基準強度算出手段は、信号変換手段で得られた対象信号に対して入力画像のコントラスト強度を示す基準強度値を算出する。対象信号変換曲線推定手段は、前記基準強度値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する。対象信号推定手段は、推定した変換曲線を使って、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での値に変換する。

- このように対象信号について処理を行う場合でも、変換曲線の推定に遺伝的アルゴリズムを用いることができる。その場合、対象信号変換曲線推定手段では、初期候補設定手段が、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定する。対象信号変換候補算出手段は、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、対象信号でのコントラスト改善量から強調画像の候補の対象信号での変換値を求める。評価値算出手段は、その基準強度値と変換値とを用いて、各変換曲線の候補を評価するための評価値を算出する。適合度計算手段は、その評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算する。組替え操作手段は、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生成を行う。推定終了判定手段は、変換曲線の推定が終了する世代かどうかの判定を行う。

- また、この画像処理装置の画像合成手段では、選択基準値判定手段が、入力画像と強調画像のどちらを優先するかを決める。結合係数導出手段は、選択基準値判定手段の決定に基づいて、入力画像および強調画像に掛かる結合係数を決定する。加重平均合成手段は、決定された各画像の結合係数を使って、入力画像と強調画像との加重平均画像を生成する。

結合係数を制御することによって質の高いコントラストの改善を行うことが可能となる。

- また、他の画像処理装置では、コントラスト改善手段は、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。エッジ情報検出手段は、入力画像のエッジ情報を抽出する。画像合成手段は、エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報をもとに、コントラスト改善手段で得られた強調画像とその入力画像とを合成する。そして、合成後の画像は画

像出力手段によって出力される。

これによって、一様なハイライト部での濃度レベル低下やシャドウ部における濃度レベルの急激な上昇を抑えながら、コントラストを改善することができる。さらに色かぶりの低減も可能となる。

5 この画像処理装置のコントラスト改善手段では、例えば補正情報導出手段が、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求める。抽出手段は、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する。画素値変換手段は、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する。

10 この補正情報導出手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めることもできる。この場合、入力画像における画素の値のダイナミックレンジや影のような暗部のサイズに影響されることなく自動的に入力画像のコントラスト改善を行うことができる。

15 また、画像合成手段では、結合係数導出手段は、入力画像より得られたエッジ情報をもとに、その入力画像および強調画像に掛かる結合係数を導出する。加重平均合成手段は、導出された各画像の結合係数をもとに入力画像と強調画像との加重平均画像を生成する。

20 エッジ情報をもとに結合係数を制御すれば、一様なハイライト部での濃度レベル低下やシャドウ部における濃度レベルの急激な上昇を抑えながら、コントラストを改善することができる。さらに色かぶりの低減も可能となる。

25 また、さらに他の画像処理装置では、コントラスト改善手段は、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。濃度修正手段は、コントラスト改善手段で得られた強調画像の濃度分布を入力画像の濃度分布に応じて修正する。画像合成手段は、濃度修正手段で得られた修正画像とその入力画像とを合成する。そして、合成後の画像は画像出力手段によって出力される。

この装置では、強調画像で発生するハイライト部における濃度低下やシャドウ部における過剰な濃度上昇のように、大きく変化する部分を濃度の修正によって入力画像にある程度合わせることが可能となる。

従って、画像合成手段では、加重平均合成手段が、入力画像と修正画像の加重平均画像を生成し、出力値決定手段は、加重平均合成手段で得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定すればよい。

- 濃度の修正が行われているので、加重平均合成手段で得られた画像においても
- 5 ハイライト部における濃度低下やシャドウ部における過剰な濃度上昇を抑えることが可能となる。

- また、さらに他の画像処理装置では、エッジ情報検出手段は、入力画像のエッジ情報を検出する。コントラスト改善手段は、エッジ情報検出手段で得られた対象画素のエッジ情報と対象画素の輝度とをもとにした対象画素の属する領域の判定および対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段は、コントラスト改善手段で得られた強調画像とその入力画像とを合成する。そして、合成後の画像は画像出力手段によって出力される。
- 10

- エッジ情報をもとに対象画素の属する領域の判定を行えば、エッジ部を鮮明化することができ、また一様なシャドウ部に存在するノイズの強調やハイライト部における濃度低下を抑えながらコントラストを改善することが可能となる。
- 15

この画像処理装置の画像合成手段でも、加重平均合成手段が、入力画像と強調画像の加重平均画像を生成し、出力値決定手段は、加重平均合成手段で得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定すればよい。

- また、さらに他の画像処理装置では、エッジ情報検出手段は、入力画像のエッジ情報を抽出する。コントラスト改善手段は、エッジ情報検出手段で得られた対象画素のエッジ情報と対象画素の輝度とをもとにした対象画素の属する領域の判定および対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段は、エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報をもとに、コントラスト改善手段で得られた強調画像とその入力画像とを合成する。そして、合成後の画像は画像出力手段によって出力される。
- 20
- 25

このようにエッジ情報を用いれば、エッジ部を鮮明化することができ、また一様なシャドウ部に存在するノイズの強調やハイライト部における濃度低下を抑えながらコントラストを改善することが可能となる。さらに、エッジ情報をもとに

適応的な合成を行うことによって色かぶりを低減することも可能となる。

この画像処理装置のコントラスト改善手段では、例えば領域判定手段が、エッジ情報をもとに対象画素の属する領域を判定する。比較範囲設定手段は、領域判定手段で得られた領域をもとに、画素比較範囲を選択する。補正情報導出手段は、比較範囲設定手段で選択された画素比較範囲をもとに対象画素のコントラスト改善量を求める。調整係数導出手段は、領域判定手段で得られた領域をもとにコントラスト改善量の調整係数を導出する。調整手段は、調整係数導出手段で得られた調整係数でコントラスト改善量を補正する。抽出手段は、補正されたコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する。画素値変換手段は、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する。

この補正情報導出手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めることもできる。これによって領域のサイズに対する誤判定の影響を抑制することができる。さらに、エッジ付近での色とびを低減することも可能となる。

また、さらに他の画像処理装置では、コントラスト改善手段は、入力画像における対象画素の周辺領域に属する画素の濃度を拘束する補正情報導出濃度拘束手段を有する。そして、その拘束がある状態で、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行う。画像出力手段は、コントラスト改善手段で得られた強調画像を出力する。

これによって、一様で広いハイライト部での濃度低下や一様で広いシャドウ部での濃度の急上昇を抑制しながらコントラストを改善することができる。さらに強調画像が出力されるので、色かぶりを低減することもできる。

この画像処理装置に画像合成手段をさらに備えてもよい。それによって、一様で広いハイライト部での濃度低下や一様で広いシャドウ部での濃度の急上昇をより抑制することができる。

この画像処理装置のコントラスト改善手段では、例えば補正情報導出手段は、対象画素のコントラスト改善量を求める。抽出手段は、コントラストの分布から有効な範囲を抽出する。画素値変換手段は、抽出された範囲に従って、対象画素

のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する。

この補正情報導出手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めることもできる。この場合、入力画像における画素の値のダイナミックレンジや影のような暗部のサイズに影響

5 されることなく自動的に入力画像のコントラスト改善を行うことができる。

また、さらに他の画像処理装置では、前処理手段は、入力画像に前処理を行う。コントラスト改善手段は、前処理された画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によってその画像にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段は、コントラスト改善手段で得られた強調画像とその入力画像とを合成する。後

10 処理手段は、合成後の画像に後処理を行う。そして、後処理された画像は画像出力手段によって出力される。

これによって、デジタルカメラ等で予めガンマ変換の施された入力画像についても、一様なハイライト部での濃度レベル低下やシャドウ部における濃度レベルの急激な上昇を抑えながら、コントラストを適正に改善することができる。

15 この画像処理装置のコントラスト改善手段では、例えば比較画素決定手段が、対象画素の周辺領域に属する画素のうち、その比較に用いられる比較画素を決定する。補正情報導出手段は、対象画素のコントラスト改善量を求める。変換基準値算出手段は、コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める。画素値変換手段は、そのコントラスト改善量をその変換基準

20 値をもとに強調画像上の画素の値に変換する。

変換基準値をもとに強調画像上の画素の値を求めることによって、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少を抑制しながら、コントラストを簡易に改善することができる。

この画像処理装置において、補正情報導出手段は、例えば比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均手段と、周囲平均手段で得られた平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段とを有する。

25 また、補正情報導出手段に、周囲平均手段、エッジ情報検出手段、補正係数算出手段、比較量補正手段および改善量算出手段を備えてもよい。周囲平均手段は、比較画素の濃度の重み付き平均を求める。エッジ情報検出手段は、対象画素の

エッジ情報を検出する。補正係数算出手段は、エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報よりエッジ情報の補正係数を算出する。比較量補正手段は、周囲平均手段で得られた平均濃度をその補正係数で補正する。改善量算出手段は、補正された平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める。

- 5 このように平均濃度を制御することによって、対象画素の濃度と平均濃度の差を強調することができ、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少を改善することができる。

- また、補正情報導出手段に、周囲平均手段、改善量算出手段、強調成分算出手段および改善量補正手段を備えてもよい。周囲平均手段は、比較画素の濃度の重み付き平均を求める。改善量算出手段は、周囲平均手段で得られた平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める。強調成分算出手段は、比較画素と対象画素の濃度差分より強調成分を算出する。改善量補正手段は、コントラスト改善量に強調成分を加算する。
- 10

- このようにしても、入力画像と強調画像の合成画像に生じる画像の平坦化や輪郭部分における濃度差の減少を改善することができる。
- 15

- また、この画像処理装置では、対象画素の周辺領域に属する画素のうち一部の画素を対象画素との比較に用いることで処理を簡略化する。その場合、コントラスト改善手段では、比較画素決定手段が、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる画素の垂直方向位置を決定する。垂直方向加算手段は、その決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算を行う。簡易周囲平均手段は、垂直方向加算手段で得られた前記周辺領域の各水平画素位置での値より、対象画素に対する比較濃度を算出する。改善量算出手段は、その比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める。変換基準値算出手段は、そのコントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める。画素値変換手段は、その変換基準値をもとにそのコントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換する。
- 20
- 25

このように周辺領域の垂直方向に画素を間引くだけでなく水平方向にも間引くことによって、さらに処理を簡略化することもできる。その場合、コントラスト改善手段では、比較画素決定手段が、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前

記比較に用いられる画素の垂直方向位置と水平方向位置を決定する。間引き垂直方向加算手段は、その決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算を行う。簡易周囲平均手段は、間引き垂直方向加算手段で得られた加算値より、対象画素に対する比較濃度を算出する。改善量算出手段は、その比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める。変換基準値算出手段は、そのコントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める。画素値変換手段は、その変換基準値をもとにそのコントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換する。

また、この画像処理装置において、前処理手段は、例えば入力画像に予めされたガンマ変換の逆変換を行い、後処理手段は、そのガンマ変換を行う。

さらに、入力画像の色成分に比例した値を用いることで、合成画像における色ずれを抑え、最終的に出力される画像の高画質化を図ることもできる。その場合、後処理手段では、入力輝度・色算出手段が、入力画像の輝度値及び色差成分を算出する。輝度調整手段は、入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の輝度成分と合成画像の輝度成分を比較し、合成画像の輝度成分を調整する。色成分修正手段は、輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分をもとに入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の色成分を修正する。画像再生成手段は、輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分と色成分修正手段で得られた修正後の色成分を使って合成画像を再生成する。ガンマ変換手段は、画像再生成手段で得られた合成画像に対してガンマ変換を行う。

また、他の観点では、本発明は、このような画像処理装置に対応する画像処理方法や画像処理プログラムを提供する。その画像処理プログラムは、インターネットなどの電気通信回線を通じて提供されることもあれば、CD-ROMなどのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録された状態で提供されることもある。

以下、図面を参照して、本発明の画像処理装置および画像処理方法を具体的に説明する。

図面の簡単な説明

図 1 は局所的均等化手法を利用した従来の画像処理装置を示すブロック図；

図 2 は複数の電荷蓄積期間で得られた画像合成の手法を利用した従来の画像処理装置を示すブロック図；

図 3 はレティネックス理論を利用した従来の画像処理装置を説明するブロック

5 図；

図 4 は実施の形態 1 における画像処理装置の基本構成を示すブロック図；

図 5 は実施の形態 1 におけるコントラスト改善手段を示すブロック図；

図 6 は実施の形態 1 における画像合成手段を示すブロック図；

図 7 は人間の視覚を模式的に示す説明図；

10 図 8 は実施の形態 1 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート

；

図 9 は実施の形態 1 における画像合成処理を説明するフローチャート；

図 10 は実施の形態 2 におけるコントラスト改善手段を示すブロック図；

図 11 は周辺視野領域を模式的に示す説明図；

15 図 12 は実施の形態 2 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

図 13 は実施の形態 3 におけるコントラスト改善手段を示すブロック図；

図 14 は実施の形態 3 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

20 図 15 は実施の形態 4 におけるコントラスト改善手段を示すブロック図；

図 16 は実施の形態 4 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

図 17 は実施の形態 5 における画素値変換手段を示すブロック図；

図 18 は実施の形態 5 における画素値変換処理を説明するフローチャート；

25 図 19 は実施の形態 6 における対象信号変換手段を示すブロック図；

図 20 は実施の形態 7 における画素値変換手段を示すブロック図；

図 21 は実施の形態 7 における変換曲線推定手段を示すブロック図；

図 22 は実施の形態 7 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

図 2 3 は実施の形態 7 における変換曲線推定処理を説明するフローチャート；

図 2 4 A および B は遺伝的アルゴリズムで使用される染色体構造を模式的に示す模式図；

図 2 5 A および B は遺伝的アルゴリズムの組替え操作処理を模式的に示す模式

5 図；

図 2 6 は実施の形態 8 における対象信号変換手段を示すブロック図；

図 2 7 は実施の形態 8 における対象信号変換曲線推定手段を示すブロック図；

図 2 8 はオートホワイトバランス処理を行う画像処理装置を示すブロック図；

図 2 9 は実施の形態 9 における画像処理装置の全体構成を示すブロック図；

10 図 3 0 は実施の形態 9 における画像合成手段の構成を示すブロック図；

図 3 1 は実施の形態 9 におけるエッジ情報導出処理を説明するフローチャート；

図 3 2 はフィルタの係数の例を示す図；

図 3 3 は実施の形態 9 に画像合成処理を説明するフローチャート；

15 図 3 4 はエッジ情報と画像合成処理の関連を示す概念図；

図 3 5 は入力画像と強調画像に掛かる重み係数を決めるファジィルールを示す概念図；

図 3 6 は実施の形態 1 0 における画像処理装置の全体構成を示すブロック図；

図 3 7 は実施の形態 1 0 における画像合成手段の構成を示すブロック図；

20 図 3 8 は実施の形態 1 0 における強調画像の濃度修正処理を示すフローチャート；

図 3 9 は実施の形態 1 0 における強調画像の濃度修正処理の概要を示す図；

図 4 0 は実施の形態 1 0 における画像合成処理を説明するフローチャート；

図 4 1 は実施の形態 1 1 における画像処理装置の全体構成を示すブロック図；

25 図 4 2 は実施の形態 1 1 におけるコントラスト改善手段の構成を示すブロック図；

図 4 3 は実施の形態 1 1 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

図 4 4 は実施の形態 1 1 におけるコントラスト改善手段の他の例を示すブロッ

ク図；

図 4 5 は実施の形態 1 2 におけるコントラスト改善手段の構成を示すブロック

図；

図 4 6 は実施の形態 1 2 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャ

5 ート；

図 4 7 は拘束処理の概要を示す説明図；

図 4 8 は実施の形態 1 2 における画像処理装置の全体構成の一例を示すブロッ

ク図；

図 4 9 は実施の形態 1 2 におけるコントラスト改善手段の他の例を示すブロッ

10 ク図；

図 5 0 は実施の形態 1 3 における画像処理装置の構成を表すブロック図；

図 5 1 は前処理の一例を表す模式図；

図 5 2 は実施の形態 1 3 におけるコントラスト改善手段の構成を表す図；

図 5 3 は実施の形態 1 3 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャ

15 ート；

図 5 4 は実施の形態 1 3 における補正情報導出手段の構成を表すブロック図；

図 5 5 は実施の形態 1 3 における画像合成手段の構成を表すブロック図；

図 5 6 は後処理の一例を表す模式図；

図 5 7 は実施の形態 1 4 における補正情報導出手段の構成を表すブロック図；

20 図 5 8 は実施の形態 1 4 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャ
ート；

図 5 9 は実施の形態 1 5 における補正情報導出手段の構成を表すブロック図；

図 6 0 は実施の形態 1 5 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャ
ート；

25 図 6 1 は実施の形態 1 6 におけるコントラスト改善手段の構成を表すブロック
図；

図 6 2 は実施の形態 1 6 におけるコントラスト改善量の計算の概要を説明する
ための模式図；

図 6 3 は実施の形態 1 7 におけるコントラスト改善手段の構成を表すブロック

図；

図 6 4 は実施の形態 1 7 におけるコントラスト改善量の計算の概要を説明するための模式図；

5 図 6 5 は実施の形態 1 8 におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャート；

図 6 6 A および B は後処理の概要を表す図；

図 6 7 は実施の形態 1 8 における後処理手段の構成を表す図；そして
図 6 8 は実施の形態 1 8 における後処理を説明するフローチャートである。

10 発明を実施するための最良の形態

(実施の形態 1)

図 4 は実施の形態 1 における画像処理装置の概略構成を示すブロック図である。

この画像処理装置において、画像入力手段 1 0 は、CCD のような撮像素子によってアナログ画像信号を得ると、それをデジタル画像に変換する。コントラスト改善手段 1 1 は、画像入力手段 1 0 からの入力画像 v_i にコントラスト改善処理を行う。画像合成手段 1 2 は、コントラスト改善手段 1 1 により得られた強調画像 v と画像入力手段 1 1 からの入力画像 v_i とを合成する。そして、画像出力手段 1 3 は、画像合成手段 1 2 により得られた合成画像を最終の出力画像（アナログ画像信号） v_o としてプリンタやディスプレイ等の所望のデバイスへ出力する。

図 5 はコントラスト改善手段の概略構成を示すブロック図である。

このコントラスト改善手段 1 1 において、補正情報導出手段 1 0 0 は、対象画素 $P_{ij}(i, j)$ におけるカラー 3 成分値 $V_{P_{ij}}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ から、対象画素 P_{ij} の周囲にある画素との比較により、コントラスト改善量 $VR_{P_{ij}}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ を算出する。抽出手段 1 0 1 は、補正情報導出手段 1 0 0 により得られたコントラスト改善量 $VR_{P_{ij}}$ の分布から、その値が有効な範囲を抽出する。画素値変換手段 1 0 2 は、抽出手段 1 0 1 により抽出された範囲に従って、コント

ラスト改善量 VRP_{ij} を強調画像 v 上での値に変換する。

図6は画像合成手段の概略構成を示すブロック図である。

- 画像合成手段12において、選択基準値判定手段200は、入力画像 v_i 内の輝度をもとに、入力画像 v_i とコントラスト改善手段11により得られた強調画像 v とのどちらを優先するかを決める。結合係数導出手段201は、選択基準値判定手段200の判定結果をもとに、入力画像 v_i に掛かる結合係数 w_0 とコントラスト改善手段11により得られた強調画像 v に掛かる結合係数 w_1 とを決定する。加重平均合成手段202は、結合係数導出手段122により得られた結合係数 w_0 及び w_1 を使って、入力画像 v_i とコントラスト改善手段11により得られた強調画像 v との加重平均画像を生成する。

このような画像処理装置についてさらに具体的に説明する。この例では、コントラスト改善手段11に画像入力手段10からカラー画像のデータを入力するものとする。

- 画像入力手段10は、カラー画像のレッド r 、グリーン g 、ブルー b の各成分をデジタル化したデータをそのままコントラスト改善手段11に入力せず、ここでは、そのデータを正規化してから入力する。そのデジタル化を8ビットで行っていれば、各成分のデータは0から255の値で与えられるが、画像入力手段10はその値を0.0から1.0の値に変換する。

- コントラスト改善手段11は、その画像データに対して、入力画像の暗部におけるコントラストを改善するためのコントラスト改善処理を行う。図7はこのコントラスト改善処理に使用される人間の視覚モデルを示す概念図である。

- 図7に模式的に示すように、人間は、色、コントラストなどの画像情報を対象画素 P_{ij} の画素値のみで知覚するのではなく、対象画素 P_{ij} の情報とその周囲にある画素の情報との相対的な関係により対象画素 P_{ij} の画素値を調整してその画像情報を知覚している。このような視覚を有する人間は、一部だけ別の照明を受けているような不均一な照明光のあるシーンや極端な変化が強度に生じるようなシーンでも、物体の色を精度よく認知することができる。本実施の形態でも、このようなレティネックス概念を利用することで、影のような暗部における色や細部情報が明確にされる。

図8はコントラスト改善処理を説明するフローチャートである。

画像入力手段10からコントラスト改善手段11に画像データが入力されると、補正情報導出手段111は、入力画像*v_i*内の各画素の値から、それらの最大値*V_{max}* (*r_x*, *g_x*, *b_x*)と最小値*V_{min}* (*r_n*, *g_n*, *b_n*)を成分毎に算出する(S1)。入力画像*v_i*と出力画像*v_o*とでこれらの値が大きく異なると、両画像の間で違和感が大きくなる可能性がある。その違和感をできるだけ抑えようとする場合には、両画像の画素値の最小値と最大値を合わせる処理を行うため、この手順の通り、予めそれらの値を求めておけばよい。

対象画素*P_{ij}*は人間の視覚における中央視野として扱われ、対象画素*P_{ij}*の周囲にある*c*画素のサイズの矩形領域は周辺視野として扱われる。補正情報導出手段100は、周辺視野に対応する領域に属する画素の値の加重平均値*VAP_{ij}* (*A_r* (*i*, *j*), *A_g* (*i*, *j*), *A_b* (*i*, *j*))を求める(S2)。さらに、補正情報導出手段100は、この加重平均値*VAP_{ij}*と対象画素*P_{ij}*の画素値*VP_{ij}*との間の相対的な関係につながるコントラスト改善量*VRP_{ij}* (*R_r* (*i*, *j*), *R_g* (*i*, *j*), *R_b* (*i*, *j*))を算出する(S3)。

この加重平均値*VAP_{ij}*は数式1の第2項の値に相当する。従来例と同様に、周辺視野に対応する画素の値*VP_{ij}* (*r* (*i*, *j*), *g* (*i*, *j*), *b* (*i*, *j*))と周辺視野関数*F* (*x*, *y*)との畳み込み積分でその値を定義することもできる。しかしながら、本実施の形態では、処理の簡単化と高速化のため、次の数式4の通り、その値を定義している。

$$\left. \begin{aligned} A_r(i, j) &= \sum_i \sum_j r(i, j) / C^2 \\ A_g(i, j) &= \sum_i \sum_j g(i, j) / C^2 \\ A_b(i, j) &= \sum_i \sum_j b(i, j) / C^2 \end{aligned} \right\} (4)$$

この数式4の通り、値*VAP_{ij}*は、周辺視野に対応する*c*画素のサイズの矩形領域に属する画素の値の平均として与えられる。

このとき、コントラスト改善量*VRP_{ij}* (*R_r* (*i*, *j*), *R_g* (*i*, *j*), *R_b* (*i*, *j*))は、次の数式5で与えることができる。

$$\left. \begin{aligned} R_r(i, j) &= r(i, j) / A_r(i, j) \\ R_g(i, j) &= g(i, j) / A_g(i, j) \\ R_b(i, j) &= b(i, j) / A_b(i, j) \end{aligned} \right\} (5)$$

数式1のように対数変換値の差分を用いていない。コントラスト改善量 VRP_{ij} は、数式5の通り、対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} の加重平均値 VAP_{ij} に対する各成分の比で与えられる。

- 5 補正情報導出手段100は、以上のようなコントラスト改善量 VRP_{ij} を入力画像 v_i 内の全ての画素について求める(S4)。

- 抽出手段101は、コントラスト改善量 VRP_{ij} の平均値 $VR(aR_r, aR_g, aR_b)$ と標準偏差量 $VR(dR_r, dR_g, dR_b)$ を成分ごとに求める(S5)。それらの値を使って、抽出手段101は、コントラスト改善量 VRP_{ij} の分布から、その最小値 $emin$ と最大値 $emax$ とを導出する(S6)。

- ここでは、最大値 $emax$ の候補として $aR_r + \alpha \times dR_r$ 、 $aR_g + \alpha \times dR_g$ 、 $aR_b + \alpha \times dR_b$ を求め、この3値の内の最大値を $emax$ とする。また、最小値 $emin$ の候補として $aR_r - \beta \times dR_r$ 、 $aR_g - \beta \times dR_g$ 、 $aR_b - \beta \times dR_b$ を求め、この3値の内の最小値を $emin$ とする。他の方法により最大値 $emax$ と最小値 $emin$ とを導出することもできるが、こうすることで、コントラスト改善量 VRP_{ij} の各成分のバランスが崩れないように、必要とする範囲を抽出することができる。

- 次に、画素値変換手段102は、その最大値 $emax$ と最小値 $emin$ を使って、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$)の各成分の値を0.0から1.0の範囲内の値に変換する(S7)。さらに、画素値変換手段102は、その変換値から強調画像 v 上の画素の値を求める。既述したように予め入力画像の最大値 $Vmax(rx, gx, bx)$ と最小値 $Vmin(rn, gn, bn)$ が求められている場合、それらを使って、強調画像 v の画素の値を、最大値 $Vmax(rx, gx, bx)$ と最小値 $Vmin(rn, gn, bn)$ 内に抑える(S8)。

各対象画素 P_{ij} についてコントラストの改善した値をこのようにして得ると

、画素値変換手段 102 の終了判定に従って、コントラスト改善処理は終了する (S9)。

5 このような一連の処理により、対象画素の値と周辺視野に相当する領域に属する画素の加重平均値との比の分布で、中心付近部分のみが取り出され、中心からの変動量は強調される。さらに、中心付近から大きく外れた比の値を持つ画素のコントラスト改善量 VRP_{ij} は 1.0 もしくは 0.0 になる。従って、中央視野に相当する対象画素 P_{ij} とその周辺視野に相当する領域に属する画素との差が少しでもある領域はその差が強調されやすくなる。すなわち、コントラスト強調が行われ、影内の細部や入力機器のレンジ不足で埋もれてしまった色情報を明確に表現することができるようになる。

10 上述の通り、各画素におけるコントラスト改善量の導出を従来のレティネックス概念による手法よりも簡易な形で行っている。また、従来のレティネックス概念による手法では、各画素におけるコントラスト改善量から画像上の実際の値へ変換する際のフィルタ処理（オフセット、利得変換関数）の設定に経験的知識を要することが問題とされていたが、本実施の形態では、それを要しない。

15 しかしながら、対象画素の値と周辺視野に相当する領域に属する画素の値の加重平均値との比の分布で中心付近部分のみを抽出し、その前後の領域にある値を 0.0 もしくは 1.0 で飽和させると、出力画像 v_o の輝度レベルは全体的に中心付近に集まる問題が生じる可能性がある。この問題、さらに従来の技術で説明した一律な色を持つ非常に大きなハイライト領域での輝度レベルの低下という問題を解決するため、本実施の形態では、入力画像 v_i と強調画像 v を適応的に合成する。これによって、入力画像 v_i が本来持っていた輝度レベルの低減や上昇を抑える。

20 コントラスト改善処理により得られた強調画像 v と入力画像 v_i を受けると、画像合成手段 12 は、図 9 に示す手順に従って、両画像を合成して出力画像 v_o を生成する処理を行う。

画像合成手段 12 において、選択基準値判定手段 200 は、入力画像における対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ を計算する (S11)。そして、予め用意されたしきい値 Th_h 及び Th_l と対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ を比較

する (S 1 2)。

$Th_l > y(i, j)$ または $y(i, j) > Th_h$ の場合、選択基準値判定手段 2 0 0 は対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する領域に属する画素の平均輝度 $Ay(i, j)$ をさらに求める (S 1 3)。

- 5 選択基準値判定手段 2 0 0 は、輝度 $y(i, j)$ が $|Ay(i, j) - y(i, j)| < Th_len$ を満足するか否かを判定する (S 1 4)。

その手順 S 1 4 の条件を輝度 $y(i, j)$ が満足しない場合、または輝度 $y(i, j)$ がしきい値 Th_l と Th_h の間にあることを手順 S 1 2 の比較の結果が示す場合、結合係数導出手段 2 0 1 は、入力画像 v_i の対象画素 P_{ij} における輝度 $y(i, j)$ と強調画像 v の対応する画素での輝度 $y_d(i, j)$ との差を計算する (S 1 5)。用意された係数決定関数に、その両者の差の絶対値 $len = |y(i, j) - y_d(i, j)|$ を入力することで、強調画像 v に掛かる結合係数 w_1 を決定する (S 1 6)。ここでは簡易目的のため、この決定関数に次の数式 6 のようなしきい値関数 $g(X)$ を使用する。

$$\left. \begin{array}{l} g(x) = 0.0 \quad (x > 0.5) \\ g(x) = 0.5 \quad (x \leq 0.5) \end{array} \right\} (6)$$

入力画像 v_i に掛かる結合係数 w_0 は、 $w_0 = 1.0 - w_1$ より決定する。

結合係数 w_0 と w_1 が決定されると、それらを使って、加重平均合成手段 2 0 2 は、対象画素 P_{ij} における入力画像 v_i の画素値 VP_{ij} と強調画像 v の画素値 VRP_{ij} の加重平均値 VWP_{ij} ($WR_r(i, j)$, $WR_g(i, j)$, $WR_b(i, j)$) を求める (S 1 6)。求めた値を、加重平均合成手段 1 2 3 は出力画像 v_o の対応する画素の値として設定する (S 1 7)。

また、手順 S 1 4 の条件を輝度 $y(i, j)$ が満足する場合、出力画像 v_o の画素 P_{ij} の値 VWP_{ij} ($WR_r(i, j)$, $WR_g(i, j)$, $WR_b(i, j)$) を入力画像 v_i の対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} ($r(i, j)$, $g(i, j)$, $b(i, j)$) に置き換える処理を行う (S 1 8)。この処理は、周辺視野に相当するサイズ c の矩形領域より大きな領域で変動が非常に小さい場合に、画素 P_{ij} のコントラスト改善量が 1.0 近傍に集中しやすいことを考慮した

処理である。入力画像の大きく一律なハイライト部（白）やブラック部をこの処理により処理対象外として除去する。その結果、コントラスト改善画像において前述のような領域に発生しやすい輝度レベルの大きな変動を抑えることができる。

- 5 このような一連の手順を全画素に対して繰り返すことにより（S 1 9）、簡易かつ高精度にコントラストの改善された出力画像 v_o が生成される。

上記した画像処理は、この実施の形態における画像処理方法に従えば、コンピュータ等に使用される中央演算処理装置（CPU）及びデジタルシグナルプロセッサ（DSP）等を使ったソフトウェア処理でも同様に実現することができる。

10 。

なお、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) は、数式 5 に代えて、次の数式 7 により与えることもできる。

$$\left. \begin{aligned} R_r(i, j) &= r(i, j) + \gamma \times \left[\frac{r(i, j)}{A_r(i, j)} - 1.0 \right] \\ R_g(i, j) &= g(i, j) + \gamma \times \left[\frac{g(i, j)}{A_g(i, j)} - 1.0 \right] \\ R_b(i, j) &= b(i, j) + \gamma \times \left[\frac{b(i, j)}{A_b(i, j)} - 1.0 \right] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

- 15 この場合、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) は、対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} と加重平均値 VAP_{ij} との比から 1. 0 を減算した値に予め設定された正定数 γ を乗算した値を値 VP_{ij} ($r(i, j)$, $g(i, j)$, $b(i, j)$) に加算することにより、求められる。

- 20 こうすることで、設定された定数 γ に対する依存性が生じるものの、周辺視野に相当する領域に属する画素の値の変動が非常に小さい場合に、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) の各成分が、値 VP_{ij} ($r(i, j)$, $g(i, j)$, $b(i, j)$) に関係なく、1. 0 近傍の値になってしまうのを避けることができる。

25 （実施の形態 2）

本実施の形態 2 における画像処理装置は、実施の形態 1 における画像処理装置と同様の構成を有し、さらにそのコントラスト改善手段 1 1 には、図 1 0 に示す

ように、初期設定手段103、終了判定手段104及び比較範囲変更手段105が備えられている。

初期設定手段103は、周辺視野に相当する矩形領域のサイズを設定する処理を行う。終了判定手段104は、予め用意されたすべての周辺視野に相当する矩形領域でコントラスト改善量が算出されたかどうかを判定する。比較範囲変更手段105は、終了判定手段104により終了の判定がされなかった場合に、現在の領域のサイズ c を次の候補に変更する。

図11に模式的に示すように、中央視野に相当する対象画素 P_{ij} に対して、周辺視野に相当する領域のサイズ c をサイズ c_0, c_1, \dots, c_k のうちで変化させた結果に従って、コントラスト改善を行うことで、画像内に存在する暗部（影）の大きさによる影響を低減する。

図12に示すように、手順S1が行われると、コントラスト改善手段11の初期設定手段103は、周辺視野に相当する領域のサイズ c を、予め用意された複数のサイズ c_k ($k=0, 1, \dots, Cnum-1$) のうちで選択したサイズに設定する。周辺視野に相当する領域のサイズは、最小のサイズから昇順に選択しても構わないし、最大のサイズから降順に選択しても構わないが、サイズの変更方向をそろえた方がよい。ここでは最大のサイズから降順に選択されるものとし、順に周辺視野に相当する領域を小さくするものとする。

補正情報導出手段100は、現在の領域 c_k に属する画素の値の加重平均値 $VAP_{ij_k}(Ar_k(i, j), Ag_k(i, j), Ab_k(i, j))$ を算出する(S22)。

終了判定手段104は、すべてのサイズについて加重平均値の計算が終了したかどうかを判定する(S23)。

終了していないと判定された場合には、比較範囲変更手段105は、現在設定されている領域をつぎの候補に変更する。領域のサイズが変更されると、補正情報導出手段100は、その変更されたサイズの領域について加重平均値を算出する。

加重平均値の算出がこのようにして繰り返され、終了判定が行われると、補正情報導出手段100は、各サイズの領域 c_k についての加重平均値 VAP_{ij_k}

k ($A_{r_k}(i, j)$, $A_{g_k}(i, j)$, $A_{b_k}(i, j)$) の重み付き平均値を求める。そして、その値を対象画素 P_{ij} の全加重平均値 VAP_{ij} ($A_r(i, j)$, $A_g(i, j)$, $A_b(i, j)$) として設定する (S24)。

5 も考えられるが、ここでは簡易化のために、各サイズ c_k についての加重平均値 VAP_{ij_k} の平均値を対象画素 P_{ij} の全加重平均値として採用する。

全加重平均値 VAP_{ij} が求められると、補正情報導出手段 100 は、対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} とその全加重平均値 VAP_{ij} との比をコントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) として算出
10 する (S25)。

このような手順を繰り返すことにより全画素についてコントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) を得た後の処理は、実施の形態 1 と同様である。

15 以上のような処理を行うことで、実施の形態 1 における画像処理の特徴を生かしながら、ダイナミックレンジや影のような暗部サイズにあまり影響されることなく、自動的に入力画像のコントラストを改善することができ、その結果、コントラスト改善の効率化につながる。

なお、この実施の形態 2 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

20

(実施の形態 3)

本実施の形態 3 における画像処理装置は、コントラスト改善手段 11 の一部については、実施の形態 1 における画像処理装置と異なる構成を有する。図 13 に示すように、そのコントラスト改善手段 11 には、補正情報導出手段 100 に代
25 えて、信号変換手段 106 及び対象補正情報導出手段 107 が備えられている。また、画素値変換手段 102 に代えて、対象信号変換手段 108 及び信号逆変換手段 109 が備えられている。

ここでは、信号変換手段 106 は、カラー画像の画素 P_{ij} の値 VP_{ij} ($r(i, j)$, $g(i, j)$, $b(i, j)$) を他の一組の信号に変換する。対象

補正情報導出手段107は、その内の1つの信号を対象として、実施の形態1と同様にコントラスト改善量を算出する。信号逆変換手段109は、対象信号変換手段108により得られた信号と信号変換手段106により得られた対象信号以外の信号とから、信号変換手段106による変換処理の逆変換処理を行うことで

5、強調画像 v 上での画素 P_{ij} の値を求める。

カラー画像の画素 P_{ij} の値 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ は、例えば明度 $L(i, j)$ と色相 $a^*(i, j)$, $b^*(i, j)$ に変換される。この明度 $L(i, j)$ がコントラストを改善する対象の信号である。明度のレベルを制御しながら、入力画像における色情報はそのまま保持される

10。このことは、コントラスト改善手段11により得られる強調画像 v で、入力画像 v_i の色バランスがそのまま再現されることを意味する。

コントラスト改善手段11は、より具体的には、図14に示す手順に従って、コントラスト改善処理を行う。

15 コントラスト改善処理が開始されると、信号変換手段106は、入力画像 v_i の画素 P_{ij} の値 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ を $L \cdot a^* \cdot b^*$ 空間上の値 $VP_{Lij}(L(i, j), a^*(i, j), b^*(i, j))$ に変換する(S31)。

20 対象補正情報導出手段107、抽出手段101及び対象信号変換手段108は、画素 P_{ij} に対する変換値の信号の内、明度 $L(i, j)$ について処理を行う。その処理の間、色相 $a^*(i, j)$ と $b^*(i, j)$ は一時的に保持される。また、入力画像 v_i の持つ色情報のバランスを強調画像 v でも精度よく保持するため、明度 $L(i, j)$ は、0.0から1.0の範囲の値に正規化するのが好ましい。

25 対象補正情報導出手段107は、入力画像における画素 P_{ij} の明度 $L(i, j)$ の最大値 L_x と最小値 L_n を算出する(S32)。さらに、対象画素 P_{ij} に対して、その周辺視野に相当する領域に属する画素の明度 $L(i, j)$ の加重平均値 $AL(i, j)$ を求める(S33)。そして、明度 $L(i, j)$ と加重平均値 $AL(i, j)$ との比を明度でのコントラスト改善量 $RL(i, j)$ として算出する(S34)。

対象画素 P_{ij} に対する明度でのコントラスト改善量 $RL(i, j)$ の算出が
入力画像 v_i 内の全ての画素に対して繰り返されると、抽出手段 101 は、明度
でのコントラスト改善量 $RL(i, j)$ の平均値 a_{RL} と標準偏差量 d_{RL} を求
める (S36)。その値により抽出手段 101 は、明度でのコントラスト改善量
5 $RL(i, j)$ の分布から、その最小値 e_{min} と最大値 e_{max} とを決定する
(S37)。

対象信号変換手段 108 は、この最小値 e_{min} と最大値 e_{max} とを使って
、明度でのコントラスト改善量 $RL(i, j)$ を 0.0 から 1.0 の範囲内の値
に変換する (S38)。さらに対象信号変換手段 108 は、その変換値から強調
10 画像 v 上の画素の明度を求める (S39)。この明度は、入力画像 v での最大値
 L_x と最小値 L_n 内に抑えられる。

信号逆変換手段 109 は、こうして得られた明度でのコントラスト改善量 RL
(i, j) と保持されていた色相 $a^*(i, j)$ 及び $b^*(i, j)$ とを使って
、信号変換手段 106 で用いた信号変換の逆変換により、強調画像 v の画素 P_i
15 j の値 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) を求め
る (S40)。そして、強調画像 v を生成するために、この計算を全ての画素に
ついて繰り返す (S40a)。

このような一連の処理を取ることで、カラー画像で 3 成分独立にコントラスト
改善した場合に比べて、入力画像内の画素の持つ色バランスを保持しやすくなり
20 、改善により得られた画像における影のような暗部での色の安定性をより保つこ
とができる。さらに、コントラスト改善量を 3 成分独立に算出する代わりに、明
度 1 成分について計算するだけですむため、処理時間の大幅な短縮化につながる
。

なお、この実施の形態では、信号変換手段 106 は、入力画像 v_i の画素 P_i
25 j の値 VP_{ij} を $L^*a^*b^*$ 空間上の値 VPL_{ij} に変換したが、これに限られ
るものではない。入力画像 v_i の画素 P_{ij} の値 VP_{ij} を輝度 $y(i, j)$ 、
色差 $u(i, j)$ 、 $v(i, j)$ に変換するようにしてもよい。これらのうちの
輝度 $y(i, j)$ を対象信号に用いることによって、同様に画像処理を行うこと
ができる。

また、この実施の形態3における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態4)

- 5 本実施の形態4における画像処理装置は、コントラスト改善手段11の一部については、実施の形態1における画像処理装置と異なる構成を有する。図15に示すように、そのコントラスト改善手段11は、実施の形態2におけるコントラスト改善手段11の構成と実施の形態3におけるコントラスト改善手段11の構成とを組み合わせた構成を有する。これは、図16に示す通り、実施の形態2で
- 10 説明したコントラスト改善処理を実施の形態3における対象信号についてのみ行うことを意味する。

- 実施の形態3と同様に、信号変換手段106は、入力画像 v_i における画素 P_{ij} の値 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ を $L^*a^*b^*$ 空間上の値 $VPL_{ij}(L(i, j), a^*(i, j), b^*(i, j))$ に変換する(S31)。変換された信号のうち、色相 $a^*(i, j)$ と $b^*(i, j)$ は後の処理に備えて一時的に保持される。
- 15

- 初期設定手段103は、入力画像における画素 P_{ij} の明度 $L(i, j)$ の最大値 L_x と最小値 L_n とを算出する(S42)。さらに、初期設定手段103は、周辺視野に相当する領域のサイズ c を、複数のサイズ $c_k (k=0, 1, \dots, Cnum-1)$ のうちで選択したサイズに設定する。
- 20

対象補正情報導出手段107は、現在の領域 c_k に属する画素の明度の加重平均値 $AL_k(i, j)$ を求める(S43)。

- 終了判定手段104は、すべてのサイズについて明度の加重平均値の算出が終了したかどうかを判定する。終了していないと判定された場合には、比較範囲変更手段105は、現在設定されている領域をつぎの候補に変更する。領域のサイズが変更されると、対象補正情報導出手段107は、その変更されたサイズの領域について明度の加重平均値を算出する。
- 25

明度の加重平均値の算出がこのようにして繰り返され、終了判定が行われると、対象補正情報導出手段107は、各サイズの領域 c_k についての加重平均値の

重み付き平均値を求める。そして、その値を全加重平均明度 $AL(i, j)$ として設定する。対象補正情報導出手段107は、対象画素 P_{ij} の明度 $L(i, j)$ とその全加重平均明度 $AL(i, j)$ との比を明度でのコントラスト改善量 $R_L(i, j)$ として算出する(S46)。

- 5 このような手順を繰り返すことにより全画素についてコントラスト改善量 $VR_{P_{ij}}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ を得た後の処理は、実施の形態3と同様である。

10 このような処理を行えば、実施の形態2における処理と同様、周辺視野に相当する領域を予め決定する必要がなくなるだけでなく、実施の形態3における処理のように、画素の持つ色バランスを保持しやすくなり、改善された画像における影のような暗部での色の安定性をより保つことができる。しかも、処理の簡易化につながり処理時間の短縮化も可能となる利点を持つ。

もちろん、この実施の形態4における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

15

(実施の形態5)

20 本実施の形態5における画像処理装置は、実施の形態1における画像処理装置と同様の構成を有し、さらにその画素値変換手段102には、図17に示すように、平均輝度算出手段1020、変換方式分類手段1021及び画素値推定手段1022が備えられている。

25 その画素値変換手段102において、平均輝度算出手段1020は、入力画像 v_i 内の画素について平均輝度を算出する。変換方式分類手段1021は、その平均輝度をもとに、抽出手段101により得られたコントラスト改善量を強調画像 v 上の値に変換する方式を選択する。画素値推定手段1022は、変換方式分類手段1021により選択された変換方式に従い、抽出手段101により得られたコントラスト改善量を強調画像 v 上の値に変換する。

コントラスト改善手段11において、画素値変換手段102以外の補正情報導出手段100及び抽出手段101は、実施の形態1と同様に処理を行う。

補正情報導出手段100は、入力画像 v_i 内の全ての画素 P_{ij} についてコン

トラスト改善量を求める。抽出手段101は、コントラスト改善量の各成分についてのヒストグラム分布から、有効な範囲を抽出する。このようにして抽出手段101により範囲が抽出されると、画素値変換手段102は、図18に示す通り、画素値変換処理を実行する。

- 5 平均輝度算出手段1020は、入力画像 v 内の各画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ を計算し、その平均値 ave_y を求める(S61)。

- 変換方式分類手段1021は、この平均輝度 ave_y に基づいて、コントラスト改善量を強調画像 v 上での実際の画素の値に変換する方式を選択する。その選択方法には多くの手法が考えられるが、ここでは低輝度しきい値 Th_low と高輝度しきい値 Th_high を設け、次の数式8に示す通り、変換関数 $gg(x)$ を選択することとした(S62～S66)。
- 10

$$\left. \begin{array}{l} ave_y < Th_low; gg(x) = k_l \cdot x^{g_l} (g_l > 1.0) \quad \cdots 8A \\ ave_y > Th_high; gg(x) = k_h \cdot x^{g_h} (g_h < 1.0) \quad \cdots 8B \\ Th_low \leq ave_y \leq Th_high; gg(x) = 1.0 / \{ 1.0 + \exp(-g_n \cdot (x - 0.5)) \} \quad \cdots 8C \end{array} \right\} (8)$$

なお、数式8で k_l , g_l , g_n , k_h , g_h は予め設定された定数であり、 x は変換される前のコントラスト改善量の対象成分値を示す。

- 15 この変換関数は、処理前の入力画像における平均輝度をもとに、画質上で重点すべき部分を決めるものである。例えば、入力画像全体が低い輝度の場合、全体が急激に明るくなるよりも低輝度部分をできるだけ残す方が立体感の観点からも印象がよい。また、入力画像全体が高い輝度の場合、高輝度部分に対する人間の注目度は高く、その部分をできるだけ保持することも必要である。さらに、自然
- 20 画像のように中間輝度を持つ画像をプリンタ等で出力する場合、中心より輝度の低い部分をやや暗くし、中心より輝度の高い部分をやや明るくする処理が、ガンマ変換によって行われる。ここでの変換方式はそのような知見に従ったものであり、その知見に沿う変換方式であれば、ここで示す方式に一律に決まるものではなく同様に使用することができると思われる。

- 25 変換関数が選択されると、画素値推定手段1022は、その関数を使って、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$

)) の各成分の変換値 VRP_{oij} ($Rr_o(i, j)$, $Rg_o(i, j)$, $Rb_o(i, j)$) を求める (S67、S68)。さらに、画素値推定手段102は、その変換値から強調画像 v 上の画素 P_{ij} の値を求める (S69)。その値は、入力画像 v_i における画素 P_{ij} の各成分の最大値 $V_{max}(r_x, g_x, b_x)$ と最小値 $V_{min}(r_n, g_n, b_n)$ との間に抑えられる。そして、
5 手順S68及びS69を全ての画素について繰り返すことにより (S70)、強調画像 v を得る (S70)。

以上のように、入力画像における平均輝度をもとに変換方式を選択することにより、コントラスト改善の質をより高めることが可能となる。

10 なお、本実施の形態における画像処理は、実施の形態2における画像処理に組み合わせることも可能である。

また、この実施の形態5における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

15 (実施の形態6)

本実施の形態6における画像処理装置は、実施の形態3における画像処理装置と同様の構成を有し、さらにその対象信号変換手段108には、図19に示すように、平均対象信号算出手段1080、変換方式分類手段1081及び対象信号推定手段1082が備えられている。

20 このような対象信号変換手段108は、実施の形態5における画素の値の代わりに対象信号について変換方式を選択し、選択した方式に従って、抽出手段101により得られた対象信号でのコントラスト改善量の変換値を求める。

対象信号変換手段108に、抽出手段101から対象信号でのコントラスト改善量が入力されると、平均対象信号算出手段1080は、入力画像 v_i 内の画素
25 の値から求められた対象信号の平均値を算出する。対象信号が明度であれば、それに対応する色相について平均値は算出されない。実施の形態5では輝度の平均値が求められていたが、この実施の形態では、輝度と同じような意味を持つ明度についてのみ平均値が算出される。

変換方式分類手段1081は、平均対象信号算出手段1080により得られた

対象信号の平均値をもとに、抽出手段101により得られた対象信号でのコントラスト改善量を強調画像v上の対象信号の値に変換する方式を選択する。平均値が輝度ではなく明度について得られている点を除けば、その選択の手順は、実施の形態5と同様である。

- 5 対象信号推定手段1082は、変換方式分類手段1081により得られた変換方式に従い、抽出手段101により得られた対象信号でのコントラスト改善量の変換値を求める。

- 10 対象信号推定手段1082により変換値が求められると、信号逆変換手段109は、実施の形態3と同様に、その変換値と保持されていた色相とから、強調画像vを生成する。

このように、対象信号について変換方式を選択すれば、色の安定を高めるだけでなく、より精度の高いコントラスト改善を行うことができる。

- 15 なお、実施の形態4における対象信号変換手段108に、平均対象信号算出手段1080、変換方式分類手段1081および対象信号推定手段1082を備えることも可能である。

また、この実施の形態6における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態7)

- 20 本実施の形態7における画像処理装置は、画素値変換手段102の一部については、実施の形態5における画像処理装置と異なる構成を有する。図20に示すように、その画素値変換手段102は、平均輝度算出手段1020および変換方式分類手段1021に代えて、基準強度算出手段1023および変換曲線推定手段1024を備えている。

- 25 その画素値変換手段102において、基準強度算出手段1023は、入力画像viのコントラスト情報を表す輝度のエッジ強度を算出する。変換曲線推定手段1024は、抽出手段101により得られたコントラスト改善量を強調画像v上の値に変換するための変換曲線を遺伝的アルゴリズムで推定する。

変換曲線が推定されると、画素値推定手段1022は、選択された変換方式に

代え、その変換曲線をもとに、抽出手段101により得られたコントラスト改善量の変換値を求める。

図21は変換曲線推定手段の概略構成を示すブロック図である。

変換曲線推定手段1024において、初期候補設定手段240は、複数の変換
5 曲線を示す染色体の初期集合を用意する。画素値変換候補算出手段241は、各
染色体の示す変換曲線をもとに強調画像 v の候補上の画素の値を求める。評価値
算出手段242は、各候補上の画素の輝度から、各候補に対応する変換曲線につ
いて評価値を算出する。適合度計算手段243は、評価値算出手段242により
得られた評価値に基づいて各染色体の適合度を計算する。組替え操作手段244
10 は、染色体集合に含まれる染色体に対し選択的淘汰、交叉や突然変異の組替え操
作を行い次の染色体集合を生成する。推定終了判定手段245は、変換曲線の最
適化推定が終了したかどうかの判定を行い、終了の判定をした時点での変換曲線
を画素値推定手段1022に与える。

本実施の形態では、遺伝的アルゴリズムを使って、強調画像 v のエッジ部分を
15 さらにシャープにするよう工夫が加えられる。また、適切な変換関数を自動的に
推定するため、予め条件設定をする必要がない。

図22はこの実施の形態におけるコントラスト改善処理を説明するフローチャートである。

実施の形態1と同様に、抽出手段101が、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$)の各成分の値を0.0から
20 1.0の範囲内の値に変換すると、画素値変換手段102は、変換曲線推定処理
を含む画素値変換処理S78およびS79を行う。図23はこの画素値変換処理
をより詳細に説明するフローチャートである。

基準強度算出手段1023は、入力画像 v_i の各画素 P_{ij} における輝度 y (i, j)、色差 $u(i, j)$, $v(i, j)$ を計算する(S81)。さらに、この輝度から入力画像 v_i でのエッジ強度 E_c を求める(S82)。このエッジ強度 E_c は次の数式9のように定義することができる。

$$\begin{aligned}
 E_c &= \sum \sum e_c(i, j) \\
 e_c(i, j) &= (\text{del } i(i, j)^2 + \text{del } j(i, j)^2)^{1/2} \\
 \text{del } j(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i-1, j+1) \\
 &\quad -2.0 * y(i, j-1) + 2.0 * y(i, j+1) - y(i+1, j-1) \\
 &\quad + y(i+1, j+1) \\
 \text{del } i(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i+1, j-1) \\
 &\quad -2.0 * y(i-1, j) + 2.0 * y(i+1, j) - y(i-1, j+1) \\
 &\quad + y(i+1, j+1)
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} E_c &= \sum \sum e_c(i, j) \\ e_c(i, j) &= (\text{del } i(i, j)^2 + \text{del } j(i, j)^2)^{1/2} \\ \text{del } j(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i-1, j+1) \\ &\quad -2.0 * y(i, j-1) + 2.0 * y(i, j+1) - y(i+1, j-1) \\ &\quad + y(i+1, j+1) \\ \text{del } i(i, j) &= -y(i-1, j-1) + y(i+1, j-1) \\ &\quad -2.0 * y(i-1, j) + 2.0 * y(i+1, j) - y(i-1, j+1) \\ &\quad + y(i+1, j+1) \end{aligned}} \right\} (9)$$

この数式9では、エッジ強度 E_c は、ソーベルフィルタにより算出された画素 P_{ij} におけるエッジ強度 $e_c(i, j)$ の総和として定義されている。

- 基準強度算出手段1023により入力画像 v_i についてエッジ強度 E_c が求められ、変換曲線推定手段1024は、遺伝的アルゴリズムを採用した変換曲線推定処理を行う。

- 遺伝的アルゴリズムについては、“Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning” (David E. Goldberg, Addison Wesley) 等の文献にその記載がある。遺伝的アルゴリズムは、大域的探索能力に優れ、最適解探索問題の対象とする評価関数の微分情報が得られなくとも、その評価値自身を得ることができれば、探索を行うことの可能な有用な手法である。人間の主観的評価しか判断基準のないような対象問題へも適用が可能である。

- 変換曲線推定手段1024において、初期候補設定手段241は、 N_{ch} 個の探索ベクトル $V_{ch}[A]$ を元とする初期の集合 G_v を用意する(S83)。ここで、探索ベクトル $V_{ch}[A]$ は、 n 個の探索パラメータ g_0 から g_{n-1} により構成される。生物との関連から探索ベクトル $V_{ch}[A]$ が染色体と呼ばれるのに対し、この探索ベクトル $V_{ch}[A]$ の各要素 $g_k[A]$ ($k=0, \dots, n-1$)は遺伝子と呼ばれる。

- 抽出手段101からの入力値に対し、0.0から1.0の範囲で、その変換値を求めるための変換曲線に染色体を対応させる。図24Aに示すように、この変換曲線は、入力値 i_k と出力値 o_k との組み合わせに対応する n 個の座標(i_k, o_k)によって表現することができる。その場合に、遺伝子 g_0 を除く遺伝子 g_k を、原点から座標(i_k, o_k)へのベクトル O_k と原点から座標(i_{k-1}, o_{k-1})へのベクトル O_{k-1} との和として表現することができる。

1, o_{k-1}) へのベクトル O_{k-1} との差に対応させる。遺伝子 g_0 は原点から座標 (i_0, o_0) へのベクトル O_0 に対応させる。図 2 4 B に示すように、このような n 個の遺伝子 $g_0, g_1, \dots, g_k, \dots, g_{n-1}$ をそのまま並べる実数コーディング手法を用いて、変換曲線に対応する探索ベクトルの染色体表記
 5 を行うことができる。実数コーディング手法の代わりに、各遺伝子 g_k を 2 進数表記してその 2 進数を並べるバイナリーコーディング手法を用いてもよい。

このような染色体からなる初期の集合 G_v を用意するため、初期候補設定手段 2 4 0 は、 -1 から 1 の範囲で一様乱数により生成した実数を n 個選択し、1 つの初期探索ベクトル v を設定する。これを予め設定された染色体集合数 N_{ch} 個
 10 用意することで、初期の集合 $G_v = \{V_{ch}[A]\}$ ($A=0, \dots, N_{ch}-1$) を設定する。この初期の集合 G_v から最適解探索が開始される。

画素値変換候補算出手段 2 4 1 は、集合 G_v の各染色体に対応する変換曲線を使って、抽出手段 1 0 1 からの入力値 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ から、その変換値 $VRP_{oij}[A](R_{ro}(i, j, A), R_{go}(i, j, A), R_{bo}(i, j, A))$ を求める。この変換値
 15 によって、強調画像 v の候補が構成される。さらに、画素値変換候補算出手段 2 4 1 は、その変換値について輝度 $y_o(i, j, A)$ を計算する。

評価値導出手段 2 4 2 は、その輝度 y_o から、各変換曲線によって得られた強調画像 v の候補についてエッジ強度 $E[A]$ を評価値として求める (S 8 4)。
 20 この評価値は、各変換曲線に対応する探索ベクトル $V_{ch}[A]$ の解としての良さを予め設定された評価尺度に従って評価した結果である。この評価尺度を評価関数 (fitness 関数) と呼ぶ。ここでは、評価関数は、数式 9 によって与える。これは、視覚的にコントラストが良好と感じる画像は、明暗がはっきりしているだけでなく、画像のエッジ部分が鮮明であるからである。

25 適応度計算手段 2 4 3 は、各変換曲線によって得られた強調画像 v の候補の各画素における輝度 $y_o(i, j, A)$ の最大値 $y_{ox}[A]$ と最小値 $y_{on}[A]$ を求める (S 8 5)。さらに、評価値導出手段 2 4 2 により求められる評価値 $E[A]$ から、各変換曲線に対応する探索ベクトルの適合性を見るための適合度を計算する (S 8 6)。適合度 $f[A]$ を導出する関数として様々な関数が考え

られる。ここでは、その関数を次の数式 10 によって与える。 ϕ は定数である。

$$f[A] = \{E[A] + \phi * (y_{ox}[a] - y_{on}[A])\} / E_c \quad \dots (10)$$

- 各変換曲線によって得られた強調画像 v の候補のエッジ強度 $E[A]$ に、その候補の最大値 $y_{ox}[A]$ と最小値 $y_{on}[A]$ 間の距離に関する値を加算した値を、入力画像 v_i のエッジ強度 E_c で除した値で、適合度 $f[A]$ を与える。
- 5 最大値 $y_{ox}[A]$ と最小値 $y_{on}[A]$ 間の距離に関する項は、エッジ強度の向上だけでなく、できるだけ多くの変換出力領域を持つよう設けたものである。

この適合度 $f[A]$ の値が大きいほど、よい探索ベクトル、つまり変換曲線と判断される。

- 10 組替え操作手段 244 は、集合 G_v の各染色体についてこの適合度 $f[A]$ に従って選択的淘汰を行い (S87)、その集合 G_v から次世代の集合を生成するために、選択された染色体に対し交叉 (S88) や突然変異 (S89) 等の遺伝的な組み替え操作を施す。ここでは、各世代の染色体の個体数 N_{ch} は一定にするが、増加しても減少してもよい。
- 15 選択的淘汰は、適合度に比例する確率で探索ベクトルを選択するルーレット選択法により行う。ルーレット選択法による処理の概要は、次の (i) から (iii) の通りである。

(i) 集合 G_v に属する探索ベクトル $V_{ch}[A]$ ($A=0, \dots, N_{ch}-1$) の適合度 $f[A]$ から、次の数式 11 の通り、全探索ベクトルの適合度の総和 F を求める。

$$F = \sum_{j=1}^n f[A] \quad (k=1, \dots, N_{ch}) \quad \dots (11)$$

(ii) 探索ベクトル $V_{ch}[A]$ が次世代の探索ベクトルを作り出す親として選ばれる選択確率 $h[k]$ を、次の数式 12 に従って定める。

$$h[A] = f[A] / F \quad \dots (12)$$

- 25 (iii) 各探索ベクトルの選択範囲 $I[A]$ を $[0, 1]$ 内の区間に、例えば次の数式 13 の通り割り当てる。

$$\begin{aligned}
 &Ih[0]=0 \\
 &Ih[A]=\sum_{j=0}^A h[j] \\
 &I[A]=[Ih[A-1], Ih[A]] \quad (A=1,...,Nch)
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} Ih[0]=0 \\ Ih[A]=\sum_{j=0}^A h[j] \\ I[A]=[Ih[A-1], Ih[A]] \end{aligned}} \right\} (13)$$

また、 $[0, 1]$ 内に一様乱数 $ra[A]$ の組 $RR = (ra[0], ra[1], \dots, ra[Nch-1])$ を発生させる。ただし、 $0 < ra[j] < 1$ である。

- 5 そして、組 RR 内の乱数 $ra[B]$ に対して、次の数式 14 を満足する $num[B] = I[A]$ の組 $Num = (num[0], num[1], \dots, num[Nch-1])$ を求める。これによって、その組 Num に対応する Nch 個の探索ベクトルの組が選択されることになる。

$$ra[B] \in I[A] \quad (A, B=0, 1, \dots; Nch-1) \quad \dots (14)$$

- 10 このようなルーレット選択法により、現在の探索ベクトル集団 Gv から、次世代の探索ベクトルの親となる探索ベクトル $Vch[A]$ が選択される。

次世代の染色体の親となる染色体が選択されると、図 25 A および B に示すように、それについて交叉処理と突然変異処理を行う。交叉は、有限のシンボルで表現された 2 つの染色体の一部を互いに置き換えることにより新しい探索ベクトルを作り出す操作である。この操作は現在の解ベクトルから大きく離れた位置における探索に相当する。図 25 A の例では、染色体 $Vch[A]$ と染色体 $Vch[B]$ の交叉点 1 から交叉点 2 の間にあるシンボルが互いに置き換えられている。ここでの交叉は、1 点交叉でも 2 点交叉でもよい。

- 20 また、突然変異は、ある低い確率で染色体の一部のシンボルをランダムに選択し、選択したシンボルを他のシンボルに変更する操作である。この操作は現在の探索ベクトル近傍における探索に相当する。図 25 B の例では、染色体を構成するシンボルのうち、シンボル $g_4[A]$ が $f_4[A]$ に突然変異している。突然変異を行う確率を集合の半分と残り半分で変動させることにより、より探索ベクトルの多様性を維持することができる。

- 25 このような交叉処理および突然処理を経て、次世代の探索ベクトルの集合が作

り出される。

推定終了判定手段 245 が、収束条件を満たしたと判定しなければ、上述の手順 S84 から S89 が繰り返される。その収束条件は、例えば繰り返し回数が許容繰り返し回数を超えるという条件である。

- 5 この繰り返しによって、最適な変換曲線を構成する探索パラメータの推定が行われる。このように、大域的に多くの候補を用意し、局所的最適解（ローカルミニマム）にトラップされにくい交叉や突然変異等の記号的な組み替え操作を繰り返し行えば、精度よくかつ自動的に最適な変換曲線を推定することが可能となる。

- 10 最適な変換曲線が得られると、画素値推定手段 245 は、その変換曲線を用いて 0.0 から 1.0 の範囲の変換値を求め、その変換値から強調画像 v 上の画素の値を求める（S79）。この強調画像 v 上の画素の値は、入力画像 v_i における画素 P_{ij} の各成分の最大値 $V_{max}(r_x, g_x, b_x)$ と最小値 $V_{min}(r_n, g_n, b_n)$ 内に抑えられる。

- 15 以上のように、本実施の形態における画像処理では、変換関数を推定する際に、細部の明瞭度に関連するエッジ強度の改善度合いを評価値に設けることで、よりコントラストを高めることができ、さらにエッジのシャープ化を図ることもできる。また、そのような最適な変換関数の推定に遺伝的アルゴリズムを用いることで、入力画像に依存せず適切な変換関数を自動的に推定することができる。

- 20 なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態 2 における画像処理と組み合わせることも可能である。

また、この実施の形態 7 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

25 （実施の形態 8）

本実施の形態 8 における画像処理装置は、対象信号変換手段 108 の一部については、実施の形態 6 における画像処理装置と異なる構成を有する。図 26 に示すように、その対象信号変換手段 108 は、平均対象信号算出手段 1080 および変換方式分類手段 1081 に代えて、基準強度算出手段 1083 および対象信

号変換曲線推定手段1084を備えている。

5 その対象信号変換手段108に、抽出手段101から対象信号でのコントラスト改善量が入力されると、基準強度算出手段1083は、入力画像*v*のコントラスト情報を表す対象信号でのエッジ強度を算出する。対象信号は例えば明度である。

10 対象信号変換曲線推定手段1084は、明度でのコントラスト改善量を強調画像*v*での値に変換するための対象信号変換曲線を遺伝的アルゴリズムで推定する。対象信号変換曲線推定手段1084は、図27に示すように、画素値変換候補算出手段241に代えて対象信号変換候補算出手段246を備えることを除き、変換曲線推定手段1024と同様の構成を有する。

15 その対象信号変換曲線推定手段1084において、初期候補設定手段246により初期の集合が用意されると、対象信号変換候補算出手段246は、用意された染色体の集合の示す対象信号変換曲線をもとに強調画像*v*の候補の明度での値を求める。評価値算出手段242は、求められた各候補の明度での値から、各候補に対応する対象信号変換曲線について評価値を算出する。適合度計算手段243、組替え操作手段244および推定終了判定手段245は、推定終了判定手段245が終了の判定をした時点での対象信号変換曲線を対象信号推定手段1082に与えることを除き、実施の形態7と同様に処理を行う。

20 対象信号変換曲線が推定されると、対象信号推定手段1082は、選択された変換方式に代え、その対象信号変換曲線をもとに、抽出手段101により得られた対象信号でのコントラスト改善量の変換値を求める。

25 以上のように、本実施の形態における画像処理では、実施の形態8と同様の処理を対象信号である明度について行うことにより、コントラストを高め、エッジ部のシャープ化を図るだけでなく、影のような暗部での画素の色安定を高めることができる。

 なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態4における画像処理と組み合わせることも可能である。

 また、この実施の形態8における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態 9)

ところで、デジタルカメラで撮影された画像の問題点として、色かぶり現象が指摘されることがある。これは、撮影条件などによって、適正状態よりも特定色が強く出すぎる現象をいう。人間の場合、光に順応できるので、光源の違いによって色が異なって見えることはほとんどないが、デジタルカメラで撮影された画像では、撮影時の光源によって微妙に色かぶりが生じていることがよくある。朝日や夕日のもとでは赤みがかぶり、蛍光灯下では緑のような色に写る傾向がある。また、プールの水の反射では青かぶりが生じ、草木の色の反射で緑かぶりが生じるなど、被写体周囲の物体の色が反射して色かぶりが生じることもある。

このような色かぶりを除去するために、例えば緑色Gが強すぎる場合にシアンCとイエローYの信号を弱めるようにトーンカーブや濃度レベル補正を行うことがマニュアルで行われている。

また、自動処理としてはエバンスの原理に基づくオートホワイトバランス処理がある。エバンスの原理は、世の中の被写体を全て加算すると無彩色になるという仮説に基づくものであり、その処理の基本は、入力画像全体の平均がグレー（無彩色）になるように各色のバランスを調整するというところにある。

図 28 はこのような自動処理を行う装置の概略構成の一例を示すブロック図である。この装置において、画像入力手段 2301 からの入力画像におけるレッド、ブルー、グリーンの各信号について入力画像分布検出手段 2301 はその平均値を求める。基準色設定手段 2303 は入力画像について輝度の平均値を導出し、この値を基準色に設定する。色バランス修正手段 2304 は、入力画像分布検出手段 2303 により得られたレッド、ブルー、グリーンの各信号の平均値が基準色になるように各信号を修正する。この修正によって、入力画像全体の平均色はグレーになり、色かぶりが自動的に軽減される。

しかし、このような処理を入力画像に対して用いた場合、その入力画像で色彩の鮮やかな色をもつ物体が大きな領域を占めていると、その色が平均色になる傾向が強くなり、この色が無彩色に近づくような問題が生じる。例えば芝生の緑が画像の大半を占めているような場合、芝生の緑を無彩色にしてしまう（カラーフ

エイリア)現象を生じてしまう。

この実施の形態9では、コントラストを改善しながら、このような色かぶりもさらに低減するよう入力画像と強調画像とを適応的に合成する画像処理について説明する。

- 5 本実施の形態9における画像処理装置は、図29に示すように、画像入力手段10、コントラスト改善手段11、画像合成手段12および画像出力手段13に加えて、入力画像 v_i よりエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段14を備えている。

- 10 また、画像合成手段12は、図30に示すように、結合係数導出手段201および加重平均合成手段202に加えて、出力値決定手段203を備え、選択基準値判定手段200を備えていない。ここで、結合係数導出手段200は、選択基準値判定手段200の判定結果ではなく、エッジ情報検出手段14により得られたエッジ情報をもとに結合係数 w_0 および w_1 を決定する。出力値決定手段203は、加重平均合成手段202により得られた合成画像と入力画像 v_i とを比較
15 して出力画像 v_o の画素の値を決定する。

図31はエッジ情報の検出処理を説明するフローチャートである。

- 画像入力手段10から画像データが入力されると、エッジ情報検出手段14は、対象画素の位置を初期化してから、入力画像 v_i のその画素 P_{ij} に対して例えば輝度 $y(i, j)$ を計算する。この計算を全画素について繰り返し、入力画像
20 v_i の各画素 P_{ij} に対して輝度 $y(i, j)$ を得る。さらに、エッジ情報検出手段14は、対象画素の位置を再び初期化してから、計算した輝度に基づいてエッジ情報を検出する。カラー3成分の値に対してエッジ情報を検出してもよいが、輝度のみに対してエッジ情報を検出することによって、処理の簡略化を図ることができる。エッジ情報の検出としては様々な方法があるが、ここでは図32
25 に示すような5画素×5画素のサイズをもつフィルタを利用する。画素 P_{ij} を中心として各フィルタを適用して得られたx方向での成分量 $e_x(i, j)$ とy方向での成分量 $e_y(i, j)$ の二乗和の平方根をその画素 P_{ij} のエッジ情報 $e_d(i, j)$ とする。フィルタのサイズや種類はこの例に限られるものではなく、例えば既述した3画素×3画素サイズのソーベルフィルタを利用することも

可能である。

エッジ情報検出手段14は、上述のようなエッジ情報の検出を入力画像 v_i の全画素に対して繰り返し、それによって入力画像 v_i の各画素 P_{ij} についてエッジ情報を得る。さらに、エッジ情報検出手段14は、各画素 P_{ij} の輝度およびエッジ情報に基づいて、輝度の平均値 ave_y とエッジ情報の平均値 ave_ed を求める。

エッジ情報検出手段14に入力されたのと同じ画像データは、コントラスト改善手段11にも入力される。コントラスト改善手段11は、数式4および5の代わりに次の数式15および16を用いることを除き、実施の形態1と同様に強調画像 v を生成する。

$$Ay(i, j) = \sum_i \sum_j y(i, j) / C^2 \quad \dots (15)$$

$$\left. \begin{aligned} Rr(i, j) &= r(i, j) / Ay(i, j) \\ Rg(i, j) &= g(i, j) / Ay(i, j) \\ Rb(i, j) &= b(i, j) / Ay(i, j) \end{aligned} \right\} (16)$$

数式15では、周辺視野に対応する c 画素のサイズの領域に属する画素の輝度 $y(i, j)$ の平均値 $Ay(i, j)$ を定義している。また、数式16では、画素 P_{ij} における各成分値と加重平均値 VAP_{ij} の各成分の値に代えて平均値 $Ay(i, j)$ との比で、コントラスト改善量 $VRP_{ij}(Rr(i, j), Rg(i, j), Rb(i, j))$ を定義している。

このようにコントラスト改善量を定義することで、各成分の値が比較される値は同じ値になる。ここでも、数式4および5の通り、コントラスト改善量を定義することは可能ではあるが、各成分独立でコントラスト改善量を算出するよりも、共通の値を用いて算出する方が、得られたコントラスト改善量のバランスをよりうまく保持できる。

コントラスト改善手段11により強調画像 v が生成され、その強調画像 v が画像合成手段12に入力されると、図33に示すように、結合係数導出手段201は、対象画素 P_{ij} の位置を初期化してから、両画像に掛かる結合係数 w_0 および w_1 を決定する。この実施の形態では、入力画像 v_i の画素の輝度とエッジ情

報をもとに結合係数 w_0 および w_1 を制御することによって、入力画像 v_i と強調画像 v とが適応的に合成される。結合係数の決定は、例えば次のファジィルール1および2に従って行う。

ルール1

if $y(i,j)$ is Low and $ed(i,j)$ is Low or $y(i,j)$ is High and $ed(i,j)$ is Low then $VWP(i,j)$ is $VP(i,j)$

ルール2

if $y(i,j)$ is High and $ed(i,j)$ is High or $y(i,j)$ is Middle and $ed(i,j)$ is Middle then $VWP(i,j)$ is $VRP(i,j)$

- 5 図34に示す入力画像 v_i の例では、ルール1は領域A1またはA2に対応するルールである。ルール2は領域A3またはA4に対応するルールである。領域A1のように画素の輝度が低くその変化がなだらかな領域や、領域A2のように画素の輝度が高くその変化がなだらかな領域では、強調画像 v で輝度が低下したり輝度の急激な上昇によって色ノイズや圧縮ノイズが表出したりする恐れがある
- 10 。領域A3およびA4のように上述の領域以外の領域では強調画像 v にそのような恐れはなく、その強調画像 v では色かぶりも低減されている。

- このため、ルール1に対する信頼度 m_1 が大きければ、強調画像 v よりも入力画像 v_i における画素の値の影響を合成画像の画素の値に強く与え、輝度の低下や、色ノイズまたは圧縮ノイズの表出を抑える。また、ルール2に対する信頼度
- 15 m_2 が大きければ、入力画像 v_i よりも強調画像 v における画素の値の影響を合成画像の画素の値に強く与え、コントラストを改善し色かぶりを低減する。

- 信頼度 m_1 および m_2 は例えば図35に示すように与えられる。信頼度 m_1 は、エッジ情報が小さくて輝度の高い点と低い点に2つのピークを持つガウス関数のような山型関数で定義することができる。また、信頼度 m_2 は、エッジ情報、
- 20 輝度とも入力画像のエッジ情報の平均値 ave_ed と輝度の平均値 ave_y を中心とした山型関数で定義することができる。

結合係数導出手段201は、信頼度 m_1 および m_2 をもとに、強調画像 v に掛かる結合係数 w_1 を、 $w_1 = m_2 / (m_1 + m_2)$ に従って決定する。また、入力画像 v_i に掛かる結合係数 w_0 を、 $w_0 = 1.0 - w_1$ に従って決定する。

加重平均合成手段202は、決定された結合係数 w_0 および w_1 をもとに、合成画像における対象画素 P_{ij} の画素の値 VWP_{ij} ($W_r(i, j)$, $W_g(i, j)$, $W_b(i, j)$)を求める。

このように、エッジ付近でなく輝度の高いまたは低い領域では入力画像 v_i を優先し、エッジ付近にあるその領域以外の領域では強調画像 v を優先するよう結合係数を制御することによって、コントラストが改善されるだけでなく、色かぶりも抑えられる。しかも、ハイライト部における輝度の低下やシャドウ部における色ノイズまたは圧縮ノイズの表出も抑えられ、合成画像に生じる可能性のある不連続部分も抑えることができる。

- 10 ただし、このようにして合成画像における画素の値を決めても、入力画像の対応する画素の値と較べてその輝度が低下する可能性がある。

- 15 そこで、出力値決定手段203は、入力画像 v_i における対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} ($r(i, j)$, $g(i, j)$, $b(i, j)$)と合成画像における対象画素の値 VWP_{ij} ($W_r(i, j)$, $W_g(i, j)$, $W_b(i, j)$)とを比較する。その結果、値 VWP_{ij} が値 VP_{ij} より小さければ、出力値決定手段203は、値 VWP_{ij} を値 VP_{ij} に置き換える。値 VWP_{ij} が値 VP_{ij} 以上であれば、その置き換えは行わない。

- 20 なお、結合係数導出手段201は、入力画像 v_i の画素の値 VP_{ij} と強調画像 v の画素の値 VRP_{ij} を比較して、値 VP_{ij} が3成分とも値 VRP_{ij} より大きい場合には $w_0 = 1.0$ 、 $w_1 = 0.0$ と定めてもよい。それ以外の場合には $w_1 = w_3 = 0.5$ と定める。

- 25 これによって、結合係数を決定する処理は簡略化される。しかし、特にエッジでない部分において、上述の例よりも係数 w_0 の値が大きくなり合成画像で入力画像 v_i が占める割合が大きくなる。このため、入力画像の持つ色かぶりの影響をより受けることになる。

また、この実施の形態9における画像処理は、本実施の形態2における画像処理と組み合わせることができる。

実施の形態2では、コントラスト改善量として、対象画素 P_{ij} の値 VP_{ij} とその全加重平均値 VAP_{ij} との比を用いたが、例えば値 VP_{ij} と加重平均

値の最大値との比を用いることもできる。加重平均値の最大値は、各サイズ c_k の加重平均値を成分毎に比較することによって求める。比較処理の時間は増大するが、強調画像 v における画素の値の変動は緩やかになり、エッジ付近での急激な値の上昇を抑えるという利点がある。

- 5 さらに、この実施の形態 9 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態 10)

- 10 本実施の形態 10 における画像処理装置は、図 36 に示すように、画像入力手段 10、コントラスト改善手段 11、画像合成手段 12 および画像出力手段 13 に加えて、強調画像 v の濃度分布を入力画像 v_i の濃度分布に応じて修正する濃度修正手段 15 を備えている。

- 15 また、画像合成手段 12 は、図 37 に示すように、実施の形態 9 と同様に加重平均合成手段 202 および出力値決定手段 203 を備えているが、結合係数導出手段 201 を備えていない。この簡易的な画像合成手段 12 は、濃度修正手段 15 により得られた修正画像と入力画像とを合成する。

図 38 は濃度修正処理を説明するフローチャートである。

- 20 コントラスト改善手段 11 により強調画像 v が得られると、濃度修正手段 15 は、対象画素 P_{ij} の位置を初期化してから、入力画像 v_i および強調画像 v における対象画素 P_{ij} の輝度 $R_y(i, j)$ 、色差 $R_u(i, j)$ 、 $R_v(i, j)$ を算出する。

この算出を入力画像 v_i および強調画像 v における全ての画素について繰り返すと、濃度修正手段 15 は、それらの値から入力画像 v_i の平均輝度 ave_y と強調画像 v の平均輝度 ave_Ry とを計算する。

- 25 平均輝度 ave_y および ave_Ry を算出すると、濃度修正手段 15 は、強調画像 v における対象画素 P_{ij} の位置を初期化し、強調画像 v における対象画素 P_{ij} の輝度 $R_y(i, j)$ に平均輝度の差分量 $ave_y - ave_Ry$ を加える補正を行う。

輝度 $R_y(i, j)$ を補正すると、濃度修正手段 15 は、補正された輝度 R_y

(i, j) と色差 $R_u(i, j)$ 、 $R_v(i, j)$ とから、強調画像 v における対象画素 P_{ij} の補正值 VDP_{ij} ($D_r(i, j)$, $D_g(i, j)$, $D_b(i, j)$) を算出する。

強調画像 v における各画素についてこの補正值を算出することによって、修正
5 画像が得られる。修正画像を得るために平均輝度 ave_R_y を算出するのは、
コントラスト改善によって輝度の低下や過剰な上昇が生じる恐れのある領域は、
輝度の変動が少なく広いので、その値に大きな影響を与えるからである。このた
め、図 39 に示すように、細部が強調された画像の輝度分布を保存しながら、強
調画像 v についての平均輝度 ave_R_y が入力画像 v_i についての平均輝度 a
10 ve_y と一致するように補正值を算出している。これによって、修正画像では
、ハイライト部における輝度の低下やシャドウ部における過剰な輝度上昇が抑え
られる。

濃度修正手段 15 から画像合成手段 12 に修正画像が入力されると、図 40 に
示すように、加重平均合成手段 202 は、対象画素 P_{ij} の位置を初期化してか
15 ら、結合係数 w_0 および w_1 を用いて、入力画像の値 VP_{ij} と修正画像の値 VRP_{ij} とから合成画像の値 VWP_{ij} を算出する。

既述の通り、広いハイライト部における輝度の低下等が修正画像では抑えられ
ているので、エッジ情報を用いて結合係数 w_0 および w_1 を導出する必要性は少
なくなる。修正画像の値を入力画像より優先するように結合係数 w_0 および w_1
20 を予め設定した値を用いればよい。例えば入力画像に掛かる結合係数 w_0 に 0.
3 を予め設定し、修正画像に掛かる結合係数 w_1 に 0.7 を設定しておく。

そして、出力値決定手段 203 が実施の形態 9 と同様の手順を行う。これによ
って、合成画像が得られる。

以上の通り、強調画像の代わりに修正画像を用いることによって、ハイライト
25 部における輝度低下やシャドウ部における過剰な輝度の上昇を抑えながら、コン
トラストの改善された合成画像をより簡易に得ることができる。さらに、出力画
像で入力画像の占める割合が小さくなるので、入力画像の色かぶりの影響が出力
画像に表れるのを抑えることができる。

なお、この実施の形態 10 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使った

ソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態 1 1)

本実施の形態 1 1 における画像処理装置は、図 4 1 に示すように、実施の形態
5 9 における画像処理装置と同様、エッジ情報検出手段 1 4 を備えているが、それ
によって求められたエッジ情報は、画像合成手段 1 2 ではなくコントラスト改善
手段 1 1 が利用する。

また、コントラスト改善手段 1 1 は、図 4 2 に示すように、実施の形態 1 にお
ける画像処理装置と同様に補正情報導出手段 1 0 0、抽出手段 1 0 1 および画素
10 値変換手段 1 0 2 を備え、さらに領域判定手段 1 1 0、比較範囲選択手段 1 1 1
、調整係数導出手段 1 1 2 および調整手段 1 1 3 を備える。

エッジ情報検出手段 1 4 からエッジ情報 $ed(i, j)$ が入力されると、コン
トラスト改善手段 1 1 は、図 4 3 に示す手順で強調画像 v を生成する処理を行う
。

15 そのコントラスト改善手段 1 1 において、領域判定手段 1 1 0 は、対象画素 P
 i, j の位置を初期化してから、対象画素 P i, j のエッジ情報 $ed(i, j)$ と輝
度 $y(i, j)$ をもとにその画素の属する領域を判定する。その領域は、図 3 4
に示した領域 A 1 のような、なだらかな変化で輝度の低いシャドウ部や、領域 A
2 のような、なだらかな変化で輝度の高いハイライト部、領域 A 3 および A 4 の
20 ようなエッジ付近の領域を含む。

比較範囲選択手段 1 1 1 は、その判定結果に従って、周辺視野に相当する領域
のサイズを選択する。なだらかな変化で輝度の低いシャドウ部やなだらかな変化
で輝度の高いハイライト部に画素が属していると判定された場合、比較範囲選択
手段 1 1 1 は、過剰強調や入力画像と較べた輝度の低下を抑えるため、大きなサ
25 イズを選択する。エッジ付近の領域に画素が属していると判定された場合、入力
画像で埋もれているような変化を強調するため、小さなサイズを選択する。画素
の属する領域が不明の場合、中間のサイズを選択する。

また、調整係数導出手段 1 1 2 は、領域判定手段 1 1 0 の判定結果に従って、
補正情報導出手段 1 0 0 により得られるコントラスト改善量を調整するための調

- 調整係数を定める。上述の領域のうち、なだらかに変化する輝度の高い領域については、コントラスト改善量 VRP_{ij} が1.0付近になりやすく入力画像よりも低い値になることが予想されるため、この値を大きくするように調整係数 $k(i, j)$ を定める。ここでは、コントラスト改善量を20%増大させるため、調整
- 5 係数 $k(i, j)$ を1.2に設定する。なだらかに変化する輝度の低い領域については、コントラスト改善量 VRP_{ij} が1.0付近になりやすく入力画像よりも急激に高い値になることが予想されるため、この値を小さくするように調整係数 $k(i, j)$ を定める。ここでは、コントラスト改善量を20%減少させるため、調整係数 $k(i, j)$ を0.8に設定する。エッジ付近の領域については、
- 10 調整係数 $k(i, j)$ を1.0に設定すればよい。

調整係数導出手段112により調整係数 $k(i, j)$ が定められ、補正情報導出手段100によりコントラスト改善量 VRP_{ij} が求められると、調整手段113は、対応する調整係数 $k(i, j)$ をコントラスト改善量 VRP_{ij} の各成分に乗算してそのコントラスト改善量 VRP_{ij} を調整する。

- 15 このような一連の処理が繰り返され、各画素のコントラスト改善量 VRP_{ji} が調整されると、抽出手段101および画素値変換手段102は、実施の形態1と同様の手順を行う。

- このようにコントラスト改善量を調整することによって、強調画像のハイライト部で入力画像より輝度が低下したりシャドウ部で過剰な強調が行われたりするのを抑制することができる。そのため、実施の形態10と同様に画像合成をより
- 20 簡易に行うこともできる。さらに、出力画像で入力画像の占める割合が小さくなるので、入力画像の色かぶりの影響が出力画像に表れるのを抑えることができる。

- なお、画像合成を実施の形態9と同様に行う場合には、コントラスト改善手段
- 25 11だけでなく画像合成手段12も、エッジ情報検出手段14により求められたエッジ情報を利用すればよい。

また、図44に示す通り、本実施の形態における画像処理装置のコントラスト改善手段11の構成と実施の形態2におけるコントラスト改善手段11の構成とを組み合わせることも可能である。

この場合、調整手段 113 は、複数のサイズの領域 c_k に対する加重平均値 V_{APij_k} を用いて計算されたコントラスト改善量を調整する。

これによって、サイズ選択の誤った判定の影響を低減することができる。また、エッジ領域の画素に対してその近傍の値のみでコントラスト改善量を導出すると、過剰強調によってホワイトの色とびが生じることがあるが、エッジ付近でのその色とびを低減することも可能となる。さらに、陰影サイズによっては選択された領域のサイズが小さ過ぎると対象画素と周囲の画素とでその値が近づいてしまい強調が不十分になる恐れもあるが、その恐れを低減することもできる。

また、この実施の形態 11 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態 12)

本実施の形態 12 における画像処理装置は、コントラスト改善手段 11 の一部については、実施の形態 1 と異なる構成を有する。図 45 に示すように、そのコントラスト改善手段 11 には、補正情報導出手段 100、抽出手段 101 および画素値変換手段 102 に加えて、補正情報導出濃度拘束手段 114 が備えられている。

補正情報導出基準拘束手段 114 は、対象画素の周囲視野に相当する領域に属する画素の値を拘束する。そして、補正情報導出手段 100 は、拘束された画素の値を用いて、その対象画素のコントラスト改善量を求める。

図 46 に示すように、このコントラスト改善処理の手順は、実施の形態 9 での手順とほぼ同じであるが、対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する領域に属する画素の値の上下限を抑制した上で、コントラスト改善量を求める点で異なる。

ここでは、コントラスト改善量 $VR_{Pij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ を数式 15 および 16 で計算する場合を考える。その場合、補正情報導出濃度拘束手段 114 は、図 47 に示すように、対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する領域に属する画素の輝度 $y(i, j)$ に、下限 $thLow_y$ と上限 $thHigh_y$ とを与える。コントラスト改善量の計算上、上限を超える値はその上限と同じ値として扱い、下限を下回る値はその下限と同じ値として

扱う。

このように輝度 $y(i, j)$ の上限を抑えることで、一様に広いハイライト部にある画素についてコントラスト改善量を求める場合、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ よりも平均値 $A_y(i, j)$ は抑えられる。結果としてコントラスト改善量 VRP_{ij} はその中心付近になる 1.0 より大きな値となる。そのため、
5 画素値変換手段 102 により得られる強調画像上の値は高い値になる。

一方、輝度 $y(i, j)$ の下限を抑えることで、一様に広いシャドウ部にある画素についてコントラスト改善量を求める場合、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ よりも平均値 $A_y(i, j)$ は上昇する。結果としてコントラスト改善量 VRP_{ij} はその中心付近になる 1.0 より小さい値となる。そのため、画素値変換手段 102 により得られる強調画像上の値は低い値になる。
10

このようにコントラスト改善量を求める際の分母に相当する量を意図的に抑えたり上げたりすることで、このコントラスト改善量より得られる画素の値を制御する。それによって、一様に広い領域にあるハイライト部でのコントラスト改善量の低下や、一様に広い領域にあるシャドウ部でのコントラスト改善量の急上昇を、非常に単純な処理である程度抑制することができる。
15

そのため、図 48 に示すように、画像処理装置に画像合成手段 12 を設けず、コントラスト改善手段 11 により得られた強調画像をそのまま出力画像として出力することもできる。

20 もちろん、ハイライト部でのコントラスト改善量の低下やシャドウ部でのコントラスト改善量の急上昇をより確実に抑制する場合には、画像合成手段 12 を設け、入力画像と強調画像とを適応的に合成するようにしてもよい。

なお、この実施の形態では、数式 15 および 16 を用いた例を説明したが、数式 4 および 5 を用いてコントラスト改善量を計算するようにしてもよい。この場合、3 成分で上下限を一致させてもよいが、最終的に得られる出力画像でのバランスを崩さないように各成分でその上下限を設定した方が好ましい。
25

また、図 49 に示す通り、本実施の形態における画像処理装置のコントラスト改善手段 11 の構成と実施の形態 2 におけるコントラスト改善手段 11 の構成とを組み合わせることも可能である。

また、この実施の形態 1 2 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

(実施の形態 1 3)

- 5 本実施の形態 1 3 における画像処理装置は、図 5 0 に示すように、画像入力手段 1 0、コントラスト改善手段 1 1、画像合成手段 1 2 および画像出力手段 1 3 に加えて、前処理手段 1 5 および後処理手段 1 6 を備えている。

- 10 前処理手段 1 5 は、画像入力手段 1 0 からの入力画像に逆ガンマ変換のような前処理を行う。近年、コントラスト改善処理の対象となる画像データには、デジタルスチルカメラ (DSC) で撮影されたものが増えている。DSC で撮影された画像データをパソコン等でモニタに表示する場合、入力画像をより鮮明にするため、図 5 1 に示すように、上に凸の形をしているガンマ関数 G_1 を用いた変換処理が通常行われている。一般に使用されている sRGB 空間では、このガンマ変換におけるガンマの値に 2.2 が使用される。プリンタで出力する場合にも、
- 15 このガンマ関数が予め入力画像に掛けられていることを前提にして出力のための画像処理が実行される。CCD 等の撮影素子で得られた画像データを正確に抽出するためには、 $\gamma = 2.2$ の効果を戻すための逆ガンマ関数による変換処理が必要になる。このような場合、前処理手段 1 5 は、下に凸の形をしている関数 G_2 により逆ガンマ変換を行う。

- 20 コントラスト改善手段 1 1 は、画像入力手段 1 0 からの画像ではなく、前処理手段 1 5 からの画像にコントラスト改善処理を行う。

- 25 この実施の形態では、コントラスト改善手段 1 1 は、図 5 2 に示すように、補正情報導出手段 1 0 0 および画素値変換手段 1 0 2 に加えて、比較画素決定手段 1 1 5 および変換基準値算出手段 1 1 6 を備え、抽出手段 1 0 1 は備えていない。

図 5 3 に示すように、比較画素決定手段 1 1 5 は、対象画素 P_{ij} の位置を初期化してから、対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する領域に属する画素のうち、コントラスト改善量 VRP_{ij} の導出に用いる比較画素を選択する。

補正情報導出手段 1 0 0 は、比較画素の値を用いてコントラスト改善量 VRP

i, j を求める。図54に示すように、補正情報導出手段100は、周囲平均手段150および改善量導出手段151を備える。

周囲平均手段150は、比較画素の値の平均値を求める。改善量導出手段151は、求められた平均値と対象画素 P_{ij} の値とからコントラスト改善量を計算する。ただし、ここでは数式4および5の代わりに数式15および16を用いてコントラスト改善量を計算する。

各画素についてコントラスト改善量が求められると、変換基準値算出手段116は、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($R_r(i, j)$, $R_g(i, j)$, $R_b(i, j)$) を強調画像 v 上の画素の値に変換するための変換基準値 VTc ($trc(i, j)$, $tgc(i, j)$, $tbc(i, j)$) を求める。

画素値変換手段102は、求められた変換基準値 VTc をもとに、コントラスト改善量 VRP_{ij} を強調画像 v 上の画素の値に変換する。

この実施の形態では、0.0から1.0の範囲に正規化されたコントラスト改善量 VRP_{ij} に変換基準値 VTc を乗算し、0.0から1.0の範囲内の実数データに変換する。そして、この実数データを例えば0から255の8ビットで表れる整数データに変換する。

変換基準値 VTc は、前処理された入力画像 v_i における対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ を用いて、次の数式17のように与えることができる。

$$\left. \begin{aligned} trc &= Cen + Dev \times (y(i,j) - Ycen) \\ tgc &= Cen + Dev \times (y(i,j) - Ycen) \\ tbc &= Cen + Dev \times (y(i,j) - Ycen) \end{aligned} \right\} (17)$$

ここで、 Cen は変換基準値 VTc の中心値を、 Dev は輝度に対する変位量を、 $Ycen$ は輝度の中心値を表す。ここでは、 $VTc = 0.5$, $Dev = 0.2$, $Ycen = 0.5$ とおく。なお、 $Ycen$ は平均輝度であってもよい。

数式17のように変換基準値 VTc を与えるのは、輝度が高いほど高めに、低いほど低めに変換するためである。変換基準値 VTc を $VTc = (0.5, 0.5, 0.5)$ と、取り得る値の平均値に一律に設定してもよいが、上述のように変換基準値 VTc を制御することによって、入力画像からの急激な変化を抑制する。シャドウ部の急激な輝度の上昇も抑制することが可能となる。

ただし、数式 17 における傾きを大きくし過ぎると、暗部におけるコントラストの改善が抑制され、変動差がある部分を強調してコントラストを改善するという本来の特徴が損なわれてしまう。

また、本実施例では、0.0 から 1.0 の範囲の実数値データにしてから所望の画素値に変換している。よって変換基準値 $V T c$ の取り得る値が 0.0 から 1.0 の範囲になるように変換基準値 $V T c$ を定義することが望ましい。

さらに、この例では、数式 17 を用いて変換基準値 $V T c$ を与えているが、これに限られるものではない。数式 17 のような線形関数である必要もなく、非線形関数を用いることも可能である。なお、ここでは、0.0 から 1.0 に正規化されたコントラスト改善量 $V P R i j$ に変換基準値 $V T c$ を乗算する処理を行ったが、コントラスト改善量 $V P R i j$ は正規化しないで、 $C e n = 140$, $D e v = 0.2$, $Y c e n = 128$ のように 0 から 255 内の値を変換基準値 $V T c$ がとるように設定することも可能である。このとき、輝度 $y(i, j)$ は 0 から 255 内の値をとるように定義し、変換基準値 $V T c$ 乗算後に得られた値は 0 から 255 内になるようにおさえる処理が必要となる。

各画素について強調画像上の値が求められると、画像合成手段 12 は、例えば実施の形態 1 や 9 と同様に、得られた強調画像と入力画像とを適応的に合成する。ここでは、画像合成手段 12 は、図 55 に示すように、結合係数導出手段 201、加重平均合成手段 202 および出力値決定手段 203 を備えている。

強調画像に掛かる結合係数 $w 1$ は、しきい値 $T H$ および $T H C o m b$ を用いて、次の数式 18 のように与え、入力画像に掛かる結合係数 $w 0$ は $w 0 = 1.0 - w 1$ によって与えることもできる。

$$w 1(i, j) = \exp(-y(i, j)^2 / T H^2) \quad \dots (18)$$

ただし

$$z z = w y(i, j) / y(i, j)$$

$$w w = T H C o m b / (z z + T H C o m b) \text{ に対して}$$

$$\text{if}(w 1(i, j) > w w) \quad w 1(i, j) = w w$$

この数式 18 は、暗部では極力強調画像の値を入力画像と較べて優先する。入力画像での輝度と強調画像での輝度の比をもとに、その改善が急激な場合には結

合係数 w_1 を抑えることで暗部でのノイズ強調を抑制する。

また、 $w_1(i, j)$ は、次の数式19のように定義することもできる。

$$w_1(i, j) = ww \times \exp(-y(i, j)^2 / TH^2) \quad \dots (19)$$

この場合、暗部に対する強調画像 $w_1(i, j)$ は抑えられる可能性があるが

5、連続的に $w_1(i, j)$ は変化するため急激な変化を抑制できる。

数式18で結合係数 w_1 を与える場合、 \exp 関数による処理時間のオーバーヘッドが考えられるが、予め設定した精度に応じて \exp 関数をテーブル化しておけば、そのテーブルを参照することで、その処理時間のオーバーヘッドは抑えることができる。

10 結合係数 w_0 および w_1 を用いて合成画像が得られると、後処理手段16は、図56に示すように、その合成画像について入力画像に元々付加されていたガンマ変換のような後処理を行う。

後処理手段16により後処理が行われると、画像出力手段13は、その画像からプリンタやディスプレイ等のデバイスに出力する最終的な出力画像を生成する

15。

このような本実施の形態における画像処理では、ハイライト部における輝度低下とシャドウ部における輝度の急激な上昇に対するノイズ強調を抑制したコントラストの改善を簡易かつ高精度に行うことができる。さらに、抽出手段101による抽出処理が不要となるため、処理量の削減を図ることもできる。

20 なお、本実施の形態におけるコントラスト改善手段11の構成を実施の形態2におけるコントラスト改善手段11の構成と組み合わせることもできる。

また、この実施の形態13における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

25 (実施の形態14)

本実施の形態14における画像処理装置は、実施の形態13における画像処理装置と同様の構成を有し、補正情報導出手段100については、図57に示すように、周囲平均手段150および改善量算出手段151に加えて、エッジ情報検出手段152、補正係数算出手段153および比較量補正手段154を備える。

この画像処理装置において、前処理された入力画像がコントラスト改善手段 11 に入力されると、図 58 に示すように、補正情報導出手段 100 の比較画素決定手段 115 は、対象画素 P_{ij} の位置を初期化してから、比較画素を選択する。

- 5 周囲平均手段 150 は、実施の形態 13 と同様に、比較画素の値の重み付き平均値 VAP_{ij} ($A_r(i, j)$, $A_g(i, j)$, $A_b(i, j)$) を算出する。

また、エッジ情報検出手段 152 は、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ のエッジ情報 $ed(i, j)$ を求める。

- 10 補正係数算出手段 153 は、エッジ情報 $ed(i, j)$ をもとに、平均値 VAP_{ij} を補正する補正係数 $VDAP_{ij}$ ($dAr(i, j)$, $dAg(i, j)$, $dAb(i, j)$) を求める。

- 比較量補正手段 154 は、補正係数 $VDAP_{ij}$ をもとに平均値 VAP_{ij} を補正する。ここでは、成分毎に補正係数 $VDAP_{ij}$ を平均値 VAP_{ij} に乗算する。そして、改善量算出手段 151 は、補正された平均値 VAP_{ij} を用いてコントラスト改善量 VRP_{ij} を求める。

補正係数は、前処理された入力画像における各画素のエッジ情報 $ed(i, j)$ の平均値 ave_ed を用い、次の数式 20 に従って与えることができる。

$$\left. \begin{aligned} dAr &= dAg = dAb = dA_{cen} - dA_{dev} \times (ed(i, j) - ave_ed) \\ Rr(i, j) &= r(i, j) / dAr \times Ar(i, j) \\ Rg(i, j) &= g(i, j) / dAg \times Ag(i, j) \\ Rb(i, j) &= b(i, j) / dAb \times Ab(i, j) \end{aligned} \right\} (20)$$

- 20 ここで、 dA_{cen} は補正係数の基準値を、 dA_{dev} は補正係数の変化量を表すもので、例えば $dA_{cen} = 1.0$ 、 $dA_{dev} = 0.3$ とする。 dAr , dAg , dAb は負にならないように注意が必要である。

- このように、この実施の形態では、周囲の平均値 VAP_{ij} を制御する補正係数を設けたものである。つまり、エッジ付近では、補正係数が 1.0 より小さな値になり、その結果周囲の平均値 VAP_{ij} はその影響を受けて減少する。よっ
- 25

て、この平均値 VAP_{ij} に対する対象画素の各成分の比で算出されるコントラスト改善量 VRP_{ij} はエッジ付近で大きな値になり、周辺との平均輝度差以外にエッジ情報を使うことで、合成画像でのメリハリ感を上げるが可能となる。一方、平坦部では、補正係数は 1.0 より大きくなり、その結果周囲の平均値 VAP_{ij} は増加するため、コントラスト改善量が低下することとなる。

処理の簡略化のため、数式 20 の平均値 ave_ed は 0.5 に設定することも可能である。さらに、平均値 VAP_{ij} の制御に用いる数式はこれに限定されるものではない。数式 20 のような線形関数である必要もなく、非線形関数を用いることも可能である。

10 平均値 VAP_{ij} の制御によって平坦化が解消されるので、変換基準値 VT_c は制御せず、一律の中心値 C_{en} に設定しても構わない。平均値 VAP_{ij} の制御にあわせて変換基準値 VT_c も制御する場合には、エッジ付近で過剰に強調される可能性があるため、輝度に応じて $dAdev$ を小さくするなど、輝度上昇に応じて平均値 VAP_{ij} の補正係数の上昇を抑えるようにする。

15 これによって、合成画像でメリハリをある程度保存しながら、暗部でのコントラストを改善する。

なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態 2 における画像処理と組み合わせることもできる。

20 また、この実施の形態 14 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

さらに、ここでは平均値 VAP_{ij} をエッジ量で制御したが、次の数式 21 のように、コントラスト改善量 VRP_{ij} にエッジ量より定義された補正係数 t_t を乗算することも可能であり、同じように合成画像でのメリハリ感向上につながる。ここで、例えば $t_{cen} = 0.5$ 、 $t_{dev} = 0.3$ とすることができる

25 。

$$\begin{aligned}
 ttt &= t_{cen} + t_{dev} \times (ed(i, j) - ave_ed) \\
 Rr'(i, j) &= ttt \times Rr(i, j) \\
 Rg'(i, j) &= ttt \times Rg(i, j) \\
 Rb'(i, j) &= ttt \times Rb(i, j)
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} ttt &= t_{cen} + t_{dev} \times (ed(i, j) - ave_ed) \\ Rr'(i, j) &= ttt \times Rr(i, j) \\ Rg'(i, j) &= ttt \times Rg(i, j) \\ Rb'(i, j) &= ttt \times Rb(i, j) \end{aligned}} \right\} (21)$$

（実施の形態 15）

本実施の形態 15 における画像処理装置は、補正情報導出手段 100 について
 5 は実施の形態 13 における画像処理装置と一部異なる構成を有する。補正情報導
 出手段 100 は、図 59 に示すように、周囲平均手段 150 および改善量算出手
 段 151 に加えて、輝度差分平均手段 155、強調成分算出手段 156 および改
 善量補正手段 157 を備える。

この画像処理装置において、前処理された入力画像がコントラスト改善手段 1
 10 1 に入力されると、図 60 に示すように、比較画素決定手段 115 は、その入力
 画像における対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する領域に属する画素のうちから
 、その対象画素 P_{ij} のコントラスト改善量を導出するのに用いる比較画素を選
 択する。

比較画素決定手段 16 により比較画素が選択されると、補正情報導出手段 10
 15 0 の周囲平均手段 150 は、実施の形態 13 と同様に、比較画素の値の重み付き
 平均値 VAP_{ij} を算出し、改善量算出手段 151 は、コントラスト改善量 VRP_{ij}
 P_{ij} を求める。

また、輝度差分平均手段 155 は、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ と比較
 画素 $Q(i, j)$ の輝度 $y_s(i, j)$ 間の差分量について、その絶対値の重み
 20 付き加重和 $Ady(i, j)$ を求める。

強調成分算出手段 156 は、この値 $Ady(i, j)$ をもとに、コントラスト
 改善量 VRP_{ij} を強調する強調成分 $VBRP_{ij}$ ($BRr(i, j)$, BRg
 (i, j) , $BRb(i, j)$) を算出する。

改善量補正手段 157 は、算出された強調成分 $VBRP_{ij}$ をもとにコントラ
 25 スト改善量 VRP_{ij} を補正する。

この強調成分 $VBRP_{ij}$ は、次の数式 22 によって与えることができる。

$$\left. \begin{aligned} \text{Ady}(i, j) &= \sum_u \sum_v |y(i, j) - y_s(u, v)| / \text{len}(u, v) / C^2 \\ \text{BRr}(i, j) &= (\text{Rr}(ij) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{BRg}(i, j) &= (\text{Rg}(ij) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{BRb}(i, j) &= (\text{Rb}(ij) - 1.0) \times \text{CVal} \times \text{Ady}(i, j) \\ \text{ここで } \text{len}(u, v) &= \text{sqrt}((u-i) \times (u-i) + (v-j) \times (v-j)) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

数式 22 で $CVal$ は正定数であり、エッジ強調量を制御する。

なお、 $BRr(i, j)$ 、 $BRg(i, j)$ 、 $BRb(i, j)$ は、

$$\left. \begin{aligned} \text{BRr}(i, j) &= (\text{Rr}(ij) - 1.0) \times kkk \times C'val \\ \text{BRg}(i, j) &= (\text{Rg}(ij) - 1.0) \times kkk \times C'val \\ \text{BRb}(i, j) &= (\text{Rb}(ij) - 1.0) \times kkk \times C'val \\ kkk &= y(i, j) \times \text{Ady}(i, j) \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

5

のように対象画素の輝度でさらに制御するように定義することもできる。ここで、 $C'val$ は正定数である。

数式 22 は、値 $\text{Ady}(i, j)$ を対象画素 P_{ij} における変位強調量と見なし、コントラスト改善量 VRP_{ij} ($Rr(i, j)$ 、 $Rg(i, j)$ 、 $Rb(i, j)$) の 1.0 からの変位量をその値 $\text{Ady}(i, j)$ と予め設定された強調係数で強調する成分量を算出するものである。

例えば均一に輝度が変わらないところでは強調成分は生じない。しかし、コントラスト改善量が 1.0 より大きい対象画素に対しては強調画像の画素の値をより強調するような成分が算出される。逆にコントラスト改善量が 1.0 より小さい対象画素に対しては、強調画像の画素の値を抑制するような成分が得られる。そのため、強調画像で、エッジ付近等の画素の値に変化が大きいところにおけるメリハリ感が増すこととなり、最終的に得られる合成画像でのメリハリ感の保存を実現することができる。

以上のように、この実施の形態における画像処理では、合成画像でメリハリ感がある程度保存されるように、暗部でのコントラスト改善を行うことが可能となる。

なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態 2 における画像処理と組み

合わせることでもある。

また、この実施の形態 15 における画像処理も、CPU 及び DSP 等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

5 (実施の形態 16)

本実施の形態 16 における画像処理装置は、コントラスト改善手段 11 については実施の形態 13 における画像処理装置と一部異なる構成を有する。図 61 に示すように、そのコントラスト改善手段 11 は、補正情報導出手段 100 に代えて、垂直方向加算手段 117、簡易周囲平均手段 118、比較量補正手段 119 および改善量算出手段 151 を備えている。

さらに、比較画素決定手段 115 は、対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する矩形領域に属する画素のうちから、ある間隔で垂直方向に画素を間引いて比較画素 Q_{ij} を定める。図 62 の例では、 7×7 画素のサイズの矩形領域 M_i に属する画素のうち、先頭から垂直方向に数えて偶数番目にある画素を間引き、それ以外の画素を選択している。選択された画素の数 m は 28 である。矩形領域のサイズや間引く間隔はこれに限られるものではない。

垂直方向加算手段 117 は、当該矩形領域の各水平画素位置 i における比較画素の輝度の垂直方向への加算値 $N[i]$ (ここでは、 $i = 0, 1, \dots, 6$) を求める。

簡易周囲平均手段 118 は、矩形領域の各水平画素位置 i に対する加算値 $N[k]$ の加重和 S を求める。そして、その加重和 S を比較画素の数 m で除することで平均比較対象輝度 $A_{sy}(i, j)$ を算出する。

改善量算出手段 151 は、この平均比較対象輝度 $A_{sy}(i, j)$ と対象画素 P_{ij} の値 $VP_{ij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ を各々比較することでコントラスト改善量 VRP_{ij} を求める。

このようにして対象画素 P_{ij} についてコントラスト改善量 VRP_{ij} が求められ、対象画素 P_{ij} の水平画素位置が位置 i から位置 $i+1$ へ移ると、その周辺の矩形領域も領域 M_i から領域 M_{i+1} に移る。

対象画素が移動すると、垂直方向加算手段 117 は、新しい領域 M_{i+1} に属

する画素のうち、水平方向で最後尾にある比較画素について加算値 N を求める。

図62の例では、加算値 $N[7]$ を計算する。

- 5 簡易周囲平均手段118は、領域 M_{i+1} に属する画素のうち水平方向で先頭にある比較画素についての加算値 N を前の位置での加重和 S から減じる。図62の例では、加重和 S から加算値 $N[0]$ を減じる。そして、その結果に新たに計算された加算値 $N[7]$ を加えることで領域 M_{i+1} について輝度の総和 S が得られる。

この値を同じように比較画素の数 m で除することで平均比較対象輝度 $A_{sy}(i+1, j)$ が得られる。

- 10 このように、予め用意しておいた垂直方向での加算値 $N[k]$ を加減算することで簡易に平均比較対象輝度を得ることができる。

以上のように本実施の形態における画像処理では、最も処理量の多いフィルタリング処理の算出過程を工夫・簡略化することで、エッジの保存やコントラストの改善を行いながら、処理時間を短縮することができる。

- 15 なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態2における画像処理と組み合わせることもできる。実施の形態2のように、多重解像度処理を行う場合、その処理量は膨大なものになるが、本実施の形態のように重み付き加重和の計算および手続を工夫することで、その処理量の問題を大幅に改善することができる。

- 20 また、本実施の形態における画像処理に、実施の形態14における平均比較濃度 VAP_{ij} の制御や実施の形態15における強調成分 $VBRP_{ij}$ の制御を加えることも可能である。

さらに、この実施の形態16における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

- 25 (実施の形態17)

本実施の形態17における画像処理装置は、コントラスト改善手段11については実施の形態16における画像処理装置と一部異なる構成を有する。図63に示すように、そのコントラスト改善手段11は、垂直方向加算手段117に代えて、間引き垂直方向加算手段120を備えている。

さらに、比較画素決定手段 115 は、対象画素 P_{ij} の周辺視野に相当する矩形領域に属する画素のうち、ある間隔で垂直方向および水平方向に画素を間引いて比較画素 Q_{ij} を定める。図 64 の例では、 7×7 画素のサイズの矩形領域 M_i に属する画素のうちから、垂直方向および水平方向に先頭から数えて偶数番目
5 にある画素を間引き、それ以外の画素を選択している。矩形領域のサイズや垂直方向および水平方向に間引く間隔はこれに限られるものではない。

間引き垂直方向加算手段 120 は、当該矩形領域の各水平画素位置 i のうち、先頭から数えて奇数番目の位置にある比較画素の輝度の垂直方向への加算値 $N[h]$ (ここでは、 $h=0, 2, 4, 6$) を求める。

- 10 各水平画素位置 i のうち、先頭から数えて偶数番目の位置にある比較画素の輝度の垂直方向への加算値 $N[h+1]$ は、 $N[h+1]=N[h]$ によって与えられる。例えば加算値 $N[1]$ には加算値 $N[0]$ と同じ値が、加算値 $N[3]$ には加算値 $N[2]$ と同じ値が用いられる。

- 15 簡易周囲平均手段 118 は、矩形領域の各水平画素位置に対する加算値 $N[k]$ の加重和 S を求める。そして、実施の形態 16 と同様に、その加重和 S を比較画素の数 m で除することで平均比較対象輝度 $A_{sy}(i, j)$ を算出する。

改善量算出手段 151 は、この平均比較対象輝度 $A_{sy}(i, j)$ と対象画素 P_{ij} の値 $V_{Pij}(r(i, j), g(i, j), b(i, j))$ を各々比較することでコントラスト改善量 VR_{Pij} を求める。

- 20 対象画素 P_{ij} の水平画素位置が位置 i から位置 $i+1$ に移ると、間引き垂直方向加算手段 120 は、対応する領域 M_{i+1} に属する画素のうち、水平方向で最後尾にある比較画素について加算値 N を求める。ただし、その位置が先頭から数えて偶数番目にあれば、その位置にある画素は間引きの対象となって選択されていないので、あらためて加算値 N は求められない。図 64 の例では、加算値 N
25 $[7]$ はあらためて計算せず、その値は加算値 $N[6]$ と同じ値で補間する。

簡易周囲平均手段 118 は、領域 M_{i+1} に属する画素のうち水平方向で最先頭にある比較画素についての加算値 N を前の位置での加重和 S から減じる。図 64 の例では、加重和 S から加算値 $N[0]$ を減じる。そして、その結果に加算値 $N[7]$ を加えることで領域 M_{i+1} について輝度の総和 S が得られる。

この値を同じように比較画素の数 m で除することで平均比較対象輝度 $A_{sy}(i+1, j)$ が得られる。

5 以上のように本実施の形態における画像処理では、最も処理量の多いフィルタリング処理の算出過程を工夫・簡略化することで、エッジの保存やコントラストの改善を行いながら、処理時間を短縮することができる。

なお、本実施の形態における画像処理を実施の形態2における画像処理と組み合わせることもできる。実施の形態2のように、多重解像度処理を行う場合、その処理量は膨大なものになるが、本実施の形態のように重み付き加重和の計算および手続を工夫することで、その処理量の問題を大幅に改善することができる。

10 また、本実施の形態における画像処理に、実施の形態14における平均比較濃度 VAP_{ij} の制御や実施の形態15における強調成分 $VBRP_{ij}$ の制御を加えることも可能である。

さらに、この実施の形態17における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

15

(実施の形態18)

上述の実施の形態13では、コントラスト改善量 $VRP_{ij}(R_r(i, j), R_g(i, j), R_b(i, j))$ を数式15および16に従って成分ごとに算出していた。この実施の形態18では、数式16の代わりに数式22を従うこと
20 によって、図65に示すように、実施の形態13と同様の手順で輝度でのコントラスト改善量 $yRP(i, j)$ を算出する。

改善輝度 $yRP(i, j)$ は、対象画素 P_{ij} の輝度 $y(i, j)$ と周辺視野に相当する領域に属する画素の輝度の平均 $A_y(i, j)$ との比から算出する。
また、ここでは、変換基準値算出手段116は、改善輝度 $yRP(i, j)$ を強調
25 画像 v 上の画素の輝度に変換するための基準値 $yTc(i, j)$ を求める。画素値変換手段102は、求められた基準値 $yTc(i, j)$ をもとに改善輝度 $yRP(i, j)$ を強調画像 v 上の画素の輝度に変換する。

さらに、画像合成手段12は、強調画像 v と入力画像 v_i とを合成するために、両画像の画素の値について成分ごとに計算するのではなく、両画像の画素の輝

度について計算する。

このように、この実施の形態では、輝度のみで画像合成までの処理を行う。実施の形態13のように成分ごとに処理を行わないのは、入力画像における色バランスを強調画像でさらに確実に保持するためである。実施の形態13のように成分ごとに処理を行うと、図66Aに示すように、強調・補正処理で色バランスが崩れ、入力画像と合成画像とで色ずれが発生することがありうる。これに対し、

5 入力画像での色差 $c_r(i, j)$ および $c_b(i, j)$ に、合成画像での輝度 $w_y(i, j)$ と輝度 $y(i, j)$ との間の比 $Ratio(i, j)$ を反映することによって改善色差 $wc_r(i, j)$ および $wc_b(i, j)$ を求めれば、図6

10 6Bに示すように、入力画像の色バランスを合成画像でも保持することができる。

この実施の形態では、後処理手段16が、改善色差 $wc_r(i, j)$ および $wc_b(i, j)$ を求め、合成画像での画素の値を求める。そのために、画像処理装置は、実施の形態13における画像処理装置と同様の構成に加え、図67に示

15 すように、さらに後処理手段16に、入力輝度・色差算出手段160、輝度比算出手段161、輝度調整手段162、色差成分修正手段163、画像再生成手段164およびガンマ変換手段165を備えている。

画像合成手段12により輝度での合成画像が生成されると、後処理手段16の入力輝度・色差算出手段160は、図68に示すように、対象画素 P_{ij} の位置

20 を初期化してから、入力画像での対象画素の輝度 $y(i, j)$ と色差 $c_r(i, j)$ および $c_b(i, j)$ を計算する。

輝度比算出手段161は、合成画像での対象画素 P_{ij} における輝度 $w_y(i, j)$ と入力画像の対応する画素における輝度 $y(i, j)$ を比較し、その間の比 $Ratio(i, j)$ を算出する。

25 輝度調整手段162は、その輝度比をもとに合成画像の輝度 $w_y(i, j)$ を調整する。輝度比を入力画像の色差 $c_r(i, j)$ および $c_b(i, j)$ に乗算するだけでは、合成画像の色差 $wc_r(i, j)$ および $wc_b(i, j)$ が飽和する可能性がある。このため、輝度調整手段162は、その乗算によって得た合成画像の色差 $wc_r(i, j)$ または $wc_b(i, j)$ が飽和しているかどうか

の判定を行う。色差 $wcr(i, j)$ が飽和していた場合には、輝度比 $Ratio(i, j)$ を、その飽和した色差に対する比 $wcr(i, j) / cr(i, j)$ で修正する。そして、この値をもとに合成後の改善輝度 $dwy(i, j)$ を計算する。

- 5 色差成分修正手段163は、輝度 $wy(i, j)$ と輝度 $y(i, j)$ 間の修正された比 $Ratio(i, j)$ をもとに入力画像の色差 $cr(i, j)$ および $cb(i, j)$ を修正して合成後の色差 $dwcr(i, j)$ および $dwc b(i, j)$ を生成する。

- 10 画像再生成手段163は、修正された色差成分と輝度をもとに合成画像での画素の値 $VWPij(wr(i, j), wg(i, j), wb(i, j))$ を算出する。

合成画像での画素の値 $VWPij$ が求められると、ガンマ変換手段164は、その合成画像に対し、入力画像に本来加えられていたガンマ変換処理を行う。それによって、画像出力手段13によって出力される出力画像が生成される。

- 15 このように本実施の形態における画像処理では、入力画像における色のバランスを保つために、コントラスト改善処理時には輝度のみにその処理を行う。そして、改善比をもとに入力画像の色差を修正することで合成画像の色バランス改善を図っている。修正後の色差の飽和状態を考慮することで、入力画像の色バランスを保持しながらコントラスト改善を行うことが可能となる。従って、別途色バ
20 ランスを改善するための手段や仕組みを設ける必要がない。

なお、この実施の形態18における画像処理も、CPU及びDSP等を使ったソフトウェア処理で実現することができる。

請求の範囲

1. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、
5 前記コントラスト改善手段により得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と
合成後の画像を出力する画像出力手段と
を備えた画像処理装置。
- 10 2. 前記コントラスト改善手段は、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する
請求の範囲第1項記載の画像処理装置。
- 15 3. 前記コントラスト改善手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する
20 画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第1項記載の画像処理装置。
4. 前記画素値変換手段は、入力画像内の画素の平均輝度を算出する平均輝度算出手段と、コントラスト改善量を強調画像での画素の値に変換する方式を、その平均輝度をもとに選択する変換方式分類手段と、選択された変換方式に従い、コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換する画素値推定手段とを有する請求の範囲第2項又は第3項記載の画像処理装置。
- 25 5. 前記画素値変換手段は、入力画像のコントラスト強度を示す基準

強度値を算出する基準強度算出手段と、前記基準強度値をもとに、コントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する変換曲線推定手段と、前記変換曲線を使って、コントラスト改善量を強調画像での値に変換する画素値推定手段とを有する請求の範囲第2項又は第3項記載の画像処理装置。

5

6. 前記変換曲線推定手段は、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定する初期候補設定手段と、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、コントラスト改善量から強調画像の候補での変換値を求める画素値変換候補算出手段と、前記基準強度値と前記変換値を用いて、各変換曲線の候補を
- 10 評価するための評価値を算出する評価値算出手段と、前記評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算する適合度計算手段と、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生成を行う組替え操作手段と、変換曲線の推定が終了する世代かどうかの判定を行う推定終了判定手段とを有する請求の範囲第5項記載の画像処理装置。

15

7. 前記コントラスト改善手段は、コントラスト改善の対象となる信号を含む複数の信号に入力画像内の画素の値を変換する信号変換手段と、前記信号変換手段で得られた対象信号に対して対象画素のコントラスト改善量を求める対象補正情報導出手段と、対象信号に対するコントラスト改善量の分布から有効
- 20 な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象信号に対するコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する対象信号変換手段と、強調画像での対象信号と前記信号変換手段で得られた対象信号以外の信号とに基づいて強調画像上の画素の値を求める信号逆変換手段とを有する請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

25

8. 前記コントラスト改善手段は、コントラスト改善の対象となる信号に入力画像内の画素の値を変換する信号変換手段と、対象画素の対象信号の値とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素の対象信号の値とに基づく比較によってコントラスト改善量を求める対象補正情報導出手段と、対象信号に対する

コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象信号に対するコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する対象信号変換手段と、強調画像での対象信号と前記信号変換手段で得られた対象信号以外の信号とに基づいて強調画像での画素の値を求める信号逆変換手段とを有する請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

9. 前記対象信号変換手段は、入力画像での対象信号の平均値を算出する平均対象信号算出手段と、その平均値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換するための変換方式を選択する変換方式分類手段と、選択された変換方式に従い、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する対象信号推定手段とを有する請求の範囲第 7 項又は第 8 項記載の記載の画像処理装置。

10. 前記対象信号変換手段は、前記信号変換手段で得られた対象信号に対して入力画像のコントラスト強度を示す基準強度値を算出する基準強度算出手段と、前記基準強度値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する対象信号変換曲線推定手段と、推定した変換曲線を使って、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での値に変換する対象信号推定手段とを有する請求の範囲第 7 項又は第 8 項記載の画像処理装置。

11. 前記対象信号変換曲線推定手段は、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定する初期候補設定手段と、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、対象信号でのコントラスト改善量から強調画像の候補の対象信号での変換値を求める対象信号変換候補算出手段と、前記基準強度値と前記変換値とを用いて、各変換曲線の候補を評価するための評価値を算出する評価値算出手段と、前記評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算する適合度計算手段と、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生成を行う組替え操作手段と、変換曲線の推定

が終了する世代かどうかの判定を行う推定終了判定手段とを有する請求の範囲第10項記載の画像処理装置。

12. 前記画像合成手段は、入力画像と強調画像のどちらを優先するかを決める選択基準値判定手段と、前記選択基準値判定手段の決定に基づいて、入力画像および強調画像に掛かる結合係数を決定する結合係数導出手段と、決定された各画像の結合係数を使って、入力画像と強調画像との加重平均画像を生成する加重平均合成手段とを有する請求の範囲第1項記載の画像処理装置。
13. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、入力画像のエッジ情報を抽出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報をもとに、前記コントラスト改善手段で得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と合成後の画像を出力する画像出力手段とを備える画像処理装置。

14. 前記コントラスト改善手段は、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第13項記載の画像処理装置。

15. 前記コントラスト改善手段は、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第13項記載の画像処理装置。

16. 前記画像合成手段は、入力画像より得られたエッジ情報をもとに、その入力画像および強調画像に掛かる結合係数を導出する結合係数導出手段と、導出された各画像の結合係数をもとに入力画像と強調画像との加重平均画像を生成する加重平均合成手段とを有する請求の範囲第13項記載の画像処理装置。

17. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、
10 前記コントラスト改善手段で得られた強調画像の濃度分布を入力画像の濃度分布に応じて修正する濃度修正手段と、
前記濃度修正手段で得られた修正画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と、
合成後の画像を出力する画像出力手段と
15 を備える画像処理装置。

18. 前記画像合成手段は、入力画像と修正画像の加重平均画像を生成する加重平均合成手段と、前記加重平均合成手段で得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定する出力値決定手段とを有する請求の
20 範囲第17項記載の画像処理装置。

19. 入力画像のエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、
前記エッジ情報検出手段で得られた対象画素のエッジ情報と対象画素の輝度とをもとにした対象画素の属する領域の判定および対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、
25 前記コントラスト改善手段で得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と、
合成後の画像を出力する画像出力手段と

を備える画像処理装置。

20. 前記画像合成手段は、入力画像と強調画像の加重平均画像を生成する加重平均合成手段と、前記加重平均合成手段で得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定する出力値決定手段とを有する請求の範囲第19項記載の画像処理装置。

21. 入力画像のエッジ情報を抽出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で得られた対象画素のエッジ情報と対象画素の輝度とをもとにした対象画素の属する領域の判定および対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、前記エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報をもとに、前記コントラスト改善手段で得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と、合成後の画像を出力する画像出力手段とを備える画像処理装置。

22. 前記コントラスト改善手段は、エッジ情報をもとに対象画素の属する領域を判定する領域判定手段と、前記領域判定手段で得られた領域をもとに、画素比較範囲を選択する比較範囲設定手段と、前記比較範囲設定手段で選択された画素比較範囲をもとに対象画素のコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、前記領域判定手段で得られた領域をもとにコントラスト改善量の調整係数を導出する調整係数導出手段と、前記調整係数導出手段で得られた調整係数でコントラスト改善量を補正する調整手段と、補正されたコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第19項または第21項記載の画像処理装置。

23. 前記コントラスト改善手段は、エッジ情報をもとに対象画素の

領域を判定する領域判定手段と、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、前記領域判定手段で得られた領域をもとにコントラスト改善量の調整係数を導出する調整係数導出手段と、前記調整係数導出手段で得られた調整係数でコントラスト改善量を補正する調整手段と、補正されたコントラストの分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第 19 項または第 21 項記載の画像処理装置。

10

24. 入力画像における対象画素の周辺領域に属する画素の濃度を拘束する補正情報導出濃度拘束手段を有し、その拘束がある状態で、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、

15 前記コントラスト改善手段で得られた強調画像を出力する画像出力手段とを備える画像処理装置。

25. 入力画像における対象画素の周辺領域に属する画素の濃度を拘束する補正情報導出濃度拘束手段を有し、その拘束がある状態で、前記入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、

20 前記コントラスト改善手段で得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成手段と、

合成後の画像を出力する画像出力手段と
25 を備える画像処理装置。

26. 前記コントラスト改善手段は、対象画素のコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、コントラストの分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像

上の対応する画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第 2 4 項または第 2 5 項記載の画像処理装置。

2 7. 前記コントラスト改善手段は、対象画素とサイズの異なる複数の
5 の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求める補正情報
導出手段と、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出する抽出手段と、
抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応す
る画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第 2 4 項または第 2
5 項記載の画像処理装置。

10

2 8. 入力画像に前処理を行う前処理手段と、
前処理された画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によってそ
の画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善手段と、
前記コントラスト改善手段で得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画
15 像合成手段と、
合成後の画像に後処理を行う後処理手段と、
後処理された画像を出力する画像出力手段と
を備えた画像処理装置。

20

2 9. 前記コントラスト改善手段は、対象画素の周辺領域に属する画
素のうち、前記比較に用いられる比較画素を決定する比較画素決定手段と、対象
画素のコントラスト改善量を求める補正情報導出手段と、前記コントラスト改善
量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める変換基準値算出
手段と、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の
25 値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第 2 8 項記載の画像処理装置
。

3 0. 前記補正情報導出手段は、比較画素の濃度の重み付き平均を求
める周囲平均手段と、前記周囲平均手段で得られた平均濃度と対象画素の濃度よ

りコントラスト改善量を求める改善量算出手段とを有する請求の範囲第29項記載の画像処理装置。

31. 前記補正情報導出手段は、比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均手段と、対象画素のエッジ情報を検出するエッジ情報検出手段と、前記エッジ情報検出手段で得られたエッジ情報よりエッジ情報の補正係数を算出する補正係数算出手段と、前記周囲平均手段で得られた平均濃度を前記補正係数で補正する比較量補正手段と、補正された平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段とを有する請求の範囲第29項記載の画像処理装置。

32. 前記補正情報導出手段は、比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均手段と、前記周囲平均手段で得られた平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、比較画素と対象画素の濃度差分より強調成分を算出する強調成分算出手段と、前記コントラスト改善量に前記強調成分を加算する改善量補正手段とを有する請求の範囲第29項記載の画像処理装置。

33. 前記コントラスト改善手段は、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる画素の垂直方向位置を決定する比較画素決定手段と、前記決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算を行う垂直方向加算手段と、前記垂直方向加算手段で得られた前記周辺領域の各水平画素位置での値より、対象画素に対する比較濃度を算出する簡易周囲平均手段と、前記比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、前記コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める変換基準値算出手段と、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第28項記載の画像処理装置。

34. 前記コントラスト改善手段は、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる画素の垂直方向位置と水平方向位置を決定する比較画素決定手段と、前記決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算を行う間引き垂直方向加算手段と、前記間引き垂直方向加算手段で得られた加算値より、対象画素に対する比較濃度を算出する簡易周囲平均手段と、前記比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求める改善量算出手段と、前記コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求める変換基準値算出手段と、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の値に変換する画素値変換手段とを有する請求の範囲第28項記載の画像処理装置。

35. 前記前処理手段は、入力画像に予めされたガンマ変換の逆変換を行う請求の範囲第28項記載の画像処理装置。

36. 前記後処理手段は、ガンマ変換を行う請求の範囲第35項記載の画像処理装置。

37. 前記後処理手段は、入力画像の輝度値及び色差成分を算出する入力輝度・色算出手段と、前記入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の輝度成分と合成画像の輝度成分を比較し、合成画像の輝度成分を調整する輝度調整手段と、前記輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分をもとに前記入力輝度・色算出手段で得られた入力画像の色差成分を修正する色成分修正手段と、前記輝度調整手段で得られた合成画像の輝度成分と前記色成分修正手段で得られた修正後の色差成分を使って合成画像を再生成する画像再生成手段と、前記画像再生成手段で得られた合成画像に対してガンマ変換を行うガンマ変換手段とを有する請求の範囲第28項記載の画像処理装置。

38. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、

前記コントラスト改善ステップで得た強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成ステップと

合成後の画像を出力するステップと
を備えた画像処理方法。

5

39. 前記コントラスト改善ステップは、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求めるステップと、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換ステップとを有する請求の範囲第38項記載の画像処理方法。

10

40. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めるステップと、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換する画素値変換ステップとを有する請求の範囲第38項記載の画像処理方法。

15

41. 前記画素値変換ステップは、入力画像内の画素の平均輝度を算出するステップと、コントラスト改善量を強調画像での画素の値に変換する方式を、その平均輝度をもとに選択するステップと、選択された変換方式に従い、コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第39項又は第40項記載の画像処理方法。

20

42. 前記画素値変換ステップは、入力画像のコントラスト強度を示す基準強度値を算出するステップと、前記基準強度値をもとに、コントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する変換曲線推定ステップと、前記変換曲線を使って、コントラスト改善量を強調画像での値に変換するステップとを有する請求の範囲第39項又は第40項記載の画像処理方法。

25

4 3. 前記変換曲線推定ステップは、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定するステップと、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、コントラスト改善量から強調画像の候補での変換値を求めるステップと、
5 前記基準強度値と前記変換値を用いて、各変換曲線の候補を評価するための評価値を算出するステップと、前記評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算するステップと、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生成を行うステップと、変換曲線の推定が終了する世代かどうかの判定を行うステップとを有する請求の範囲第 4 2 項
10 記載の画像処理方法。

4 4. 前記コントラスト改善ステップは、コントラスト改善の対象となる信号を含む複数の信号に入力画像内の画素の値を変換する信号変換ステップと、前記信号変換ステップで得られた対象信号に対して対象画素のコントラスト
15 改善量を求めるステップと、対象信号に対するコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象信号に対するコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する対象信号変換ステップと、強調画像での対象信号と前記信号変換ステップで得られた対象信号以外の信号とに基づいて強調画像上の画素の値を求めるステップとを有する請求の範囲第
20 3 8 項記載の画像処理方法。

4 5. 前記コントラスト改善ステップは、コントラスト改善の対象となる信号に入力画像内の画素の値を変換する信号変換ステップと、対象画素の対象信号の値とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素の対象信号の値とに基づ
25 づく比較によってコントラスト改善量を求めるステップと、対象信号に対するコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象信号に対するコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換する対象信号変換ステップと、強調画像での対象信号と前記信号変換ステップで得られた対象信号以外の信号とに基づいて強調画像での画素の値を求めるス

テップとを有する請求の範囲第 3 8 項記載の画像処理方法。

4 6. 前記対象信号変換ステップは、入力画像での対象信号の平均値を算出するステップと、その平均値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換するための変換方式を選択するステップと、
5 選択された変換方式に従い、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での対象信号の値に変換するステップとを有する請求の範囲第 4 4 項又は第 4 5 項記載の記載の画像処理方法。

10 4 7. 前記対象信号変換ステップは、前記信号変換ステップで得られた対象信号に対して入力画像のコントラスト強度を示す基準強度値を算出するステップと、前記基準強度値をもとに、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での値に変換するための変換曲線を推定する対象信号変換曲線推定ステップと、推定した変換曲線を使って、対象信号でのコントラスト改善量を強調画像での
15 値に変換するステップとを有する請求の範囲第 4 4 項又は第 4 5 項記載の画像処理方法。

4 8. 前記対象信号変換曲線推定ステップは、変換曲線を示す探索ベクトルの初期の集合を設定するステップと、各探索ベクトルに対応する変換曲線の候補を用いて、対象信号でのコントラスト改善量から強調画像の候補の対象信号での変換値を求めるステップと、前記基準強度値と前記変換値とを用いて、各変換曲線の候補を評価するための評価値を算出するステップと、前記評価値をもとに各変換曲線の候補の適合度を計算するステップと、各変換曲線の候補の適合度をもとに選択された探索ベクトルについて組替え操作を行い次世代の集合の生
20 成を行うステップと、変換曲線の推定が終了する世代かどうかの判定を行うステップとを有する請求の範囲第 4 7 項記載の画像処理方法。

4 9. 前記画像合成ステップは、入力画像と強調画像のどちらを優先するかを決める選択基準値判定ステップと、前記選択基準値判定ステップでの決

定に基づいて、入力画像および強調画像に掛かる結合係数を決定する結合係数導出ステップと、決定された各画像の結合係数を使って、入力画像と強調画像との加重平均画像を生成するステップとを有する請求の範囲第 38 項記載の画像処理方法。

5

50. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、
入力画像のエッジ情報を検出するエッジ情報検出ステップと、
前記エッジ情報検出ステップで得られたエッジ情報をもとに、前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成ステップと
合成後の画像を出力するステップと
を備える画像処理方法。

10

15

51. 前記コントラスト改善ステップは、入力画像内の画素に対するコントラスト改善量を求めるステップと、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第 50 項記載の画像処理方法。

20

52. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めるステップと、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第 50 項記載の画像処理方法。

25

53. 前記画像合成ステップは、入力画像より得られたエッジ情報をもとに、その入力画像および強調画像に掛かる結合係数を導出するステップと、導出された各画像の結合係数をもとに入力画像と強調画像との加重平均画像を生

成するステップとを有する請求の範囲第50項記載の画像処理方法。

54. 入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、

5 前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像の濃度分布を入力画像の濃度分布に応じて修正する濃度修正ステップと、

前記濃度修正ステップで得られた修正画像と前記入力画像とを合成するステップと、

合成後の画像を出力する画像合成ステップと

10 を備える画像処理方法。

55. 前記画像合成ステップは、入力画像と修正画像の加重平均画像を生成する加重平均合成ステップと、前記加重平均合成ステップで得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定するステップとを有する

15 請求の範囲第54項記載の画像処理方法。

56. 入力画像のエッジ情報を検出するエッジ情報検出ステップと、

前記エッジ情報検出ステップで得られた対象画素のエッジ情報と対象画素の輝度とをもとにした対象画素の属する領域の判定および対象画素とその周辺領域に
20 属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、

前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像と前記入力画像とを合成する画像合成ステップと、

合成後の画像を出力するステップと

25 を備える画像処理方法。

57. 前記画像合成ステップは、入力画像と強調画像の加重平均画像を生成する加重平均合成ステップと、前記加重平均合成ステップで得られた画像と入力画像をもとに、出力画像における画素の値を決定するステップとを有する

請求の範囲第 5 6 項記載の画像処理方法。

- 5 8. 前記コントラスト改善ステップは、エッジ情報をもとに対象画素の属する領域を判定する領域判定ステップと、前記領域判定ステップで得られた領域をもとに、画素比較範囲を選択する比較範囲設定ステップと、前記比較範囲設定ステップで選択された画素比較範囲をもとに対象画素のコントラスト改善量を求めるステップと、前記領域判定ステップで得られた領域をもとにコントラスト改善量の調整係数を導出する調整係数導出ステップと、前記調整係数導出ステップで得られた調整係数でコントラスト改善量を補正するステップと、補正されたコントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第 5 6 項記載の画像処理方法。

- 5 9. 前記コントラスト改善ステップは、エッジ情報をもとに対象画素の領域を判定する領域判定ステップと、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めるステップと、前記領域判定ステップで得られた領域をもとにコントラスト改善量の調整係数を導出する調整係数導出ステップと、前記調整係数導出ステップで得られた調整係数でコントラスト改善量を補正するステップと、補正されたコントラストの分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第 5 6 項記載の画像処理方法。

- 6 0. 入力画像における対象画素の周辺領域に属する画素の濃度を拘束した状態で、入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像を出力するステップとを備える画像処理方法。

6 1. 入力画像における対象画素の周辺領域に属する画素の濃度を拘束した状態で、前記入力画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によって入力画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、

5 前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像と前記入力画像とを合成するステップと、

合成後の画像を出力するステップと

を備える画像処理方法。

10 6 2. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素のコントラスト改善量を求めるステップと、コントラストの分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第60項または第61項記載の画像処理方法。

15

6 3. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素とサイズの異なる複数の周辺領域に属する画素との比較によってコントラスト改善量を求めるステップと、コントラスト改善量の分布から有効な範囲を抽出するステップと、抽出された範囲に従って、対象画素のコントラスト改善量を強調画像上の対応する画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第60項または第61項記載の画像処理方法。

20

6 4. 入力画像に所定の前処理を行う前処理ステップと、

前処理された画像の対象画素とその周辺領域に属する画素との比較によってそ

25 の画像にコントラスト改善処理を行うコントラスト改善ステップと、

前記コントラスト改善ステップで得られた強調画像と前記入力画像とを合成するステップと、

合成後の画像に後処理を行う後処理ステップと、

後処理された画像を出力するステップと

を備えた画像処理方法。

- 5 6 5. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる比較画素を決定するステップと、対象画素のコントラスト改善量を求める補正情報導出ステップと、前記コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求めるステップと、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第64項記載の画像処理方法。
- 10 6 6. 前記補正情報導出ステップは、比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均ステップと、前記周囲平均ステップで得られた平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求めるステップとを有する請求の範囲第65項記載の画像処理方法。
- 15 6 7. 前記補正情報導出ステップは、比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均ステップと、対象画素のエッジ情報を検出するエッジ情報検出ステップと、前記エッジ情報検出ステップで得られたエッジ情報よりエッジ情報の補正係数を算出するステップと、前記周囲平均ステップで得られた平均濃度を前記補正係数で補正するステップと、補正された平均濃度と対象画素の濃度より
20 コントラスト改善量を求めるステップとを有する請求の範囲第65項記載の画像処理方法。
- 25 6 8. 前記補正情報導出ステップは、比較画素の濃度の重み付き平均を求める周囲平均ステップと、前記周囲平均ステップで得られた平均濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求めるステップと、比較画素と対象画素の濃度差分より強調成分を算出するステップと、前記コントラスト改善量に前記強調成分を加算して補正するステップとを有する請求の範囲第65項記載の画像処理方法。

6 9. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる画素の垂直方向位置を決定するステップと、前記決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算値を求める垂直方向加算ステップと、前記垂直方向加算ステップで得られた前記周辺領域の各水平画素位置での加算値より、対象画素に対する比較濃度を算出するステップと、前記比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求めるステップと、前記コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求めるステップと、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第6 4項記載の画像処理方法。

7 0. 前記コントラスト改善ステップは、対象画素の周辺領域に属する画素のうち前記比較に用いられる画素の垂直方向位置と水平方向位置を決定するステップと、前記決定によって得られた比較画素の濃度の垂直方向への重み付き加算を行う間引き垂直方向加算ステップと、前記間引き垂直方向加算ステップで得られた加算値より、対象画素に対する比較濃度を算出するステップと、前記比較濃度と対象画素の濃度よりコントラスト改善量を求めるステップと、前記コントラスト改善量を強調画像上の画素の値に変換するための変換基準値を求めるステップと、前記コントラスト改善量を前記変換基準値をもとに強調画像上の画素の値に変換するステップとを有する請求の範囲第6 4項記載の画像処理方法。

7 1. 前記前処理ステップでは、入力画像に予めされたガンマ変換の逆変換を行う請求の範囲第6 4項記載の画像処理方法。

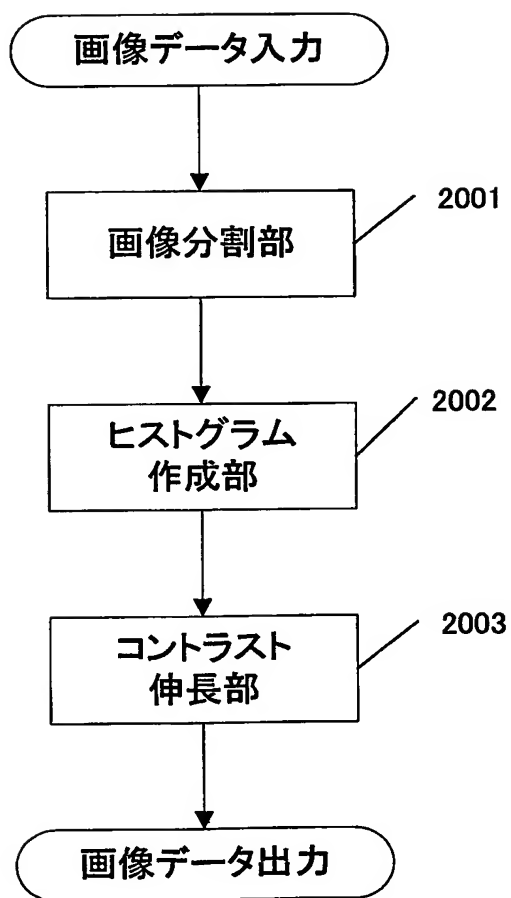
25 7 2. 前記後処理ステップでは、ガンマ変換を行う請求の範囲第6 4項記載の画像処理方法。

7 3. 前記後処理ステップでは、入力画像の輝度値及び色差成分を算出する入力輝度・色算出ステップと、前記入力輝度・色算出ステップで得られた

- 入力画像の輝度成分と合成画像の輝度成分を比較し合成画像の輝度成分を調整する輝度調整ステップと、前記輝度調整ステップで得られた合成画像の輝度成分をもとに前記入力輝度・色算出ステップで得られた入力画像の色差成分を修正する色成分修正ステップと、前記輝度調整ステップで得られた合成画像の輝度成分と
- 5 前記色成分修正ステップで得られた修正後の色差成分を使って合成画像を再生成する画像再生成ステップと、前記画像再生成ステップで得られた合成画像に対してガンマ変換を行うステップとを有する請求の範囲第64項記載の画像処理方法

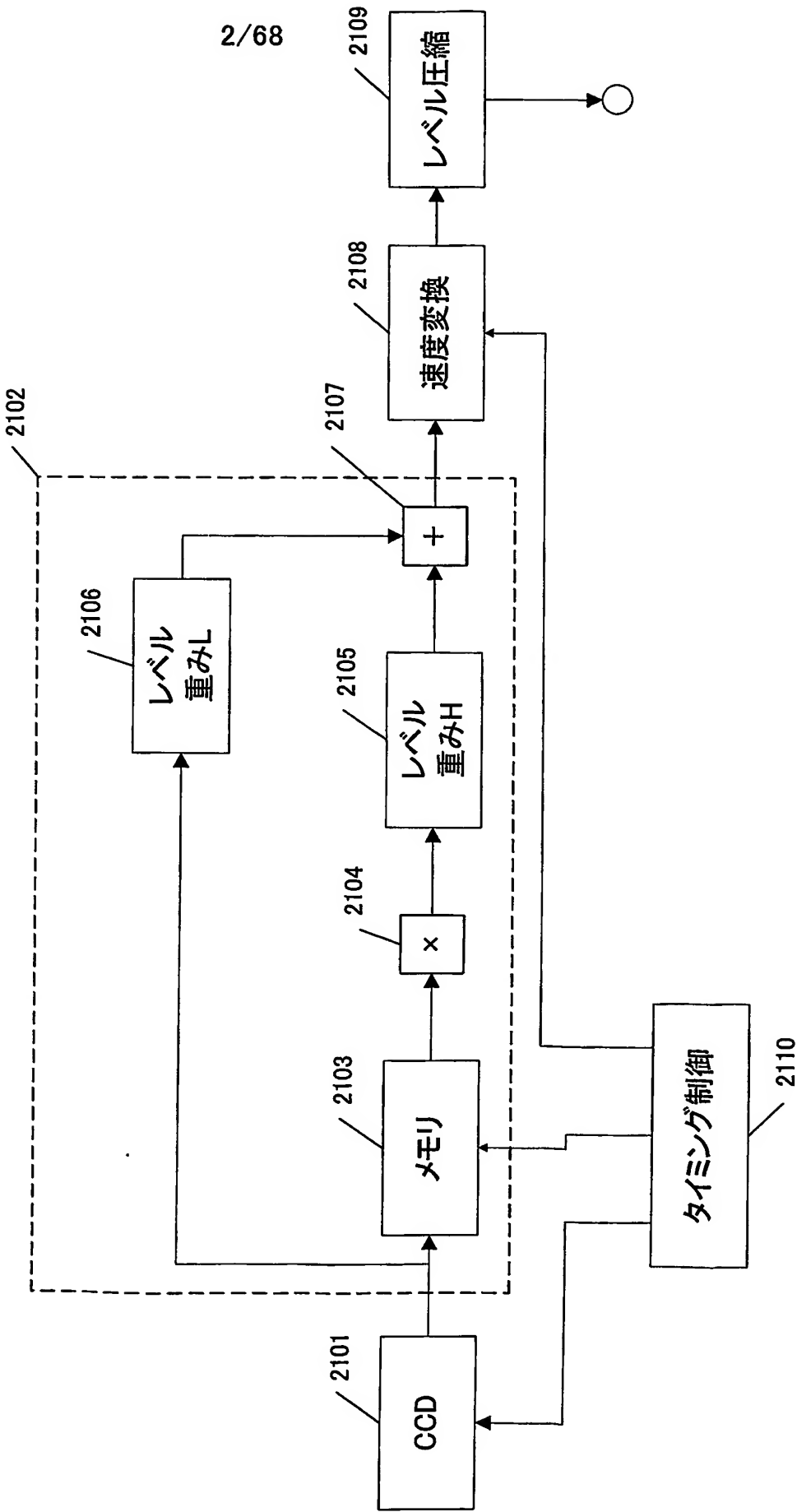
。

第 1 図

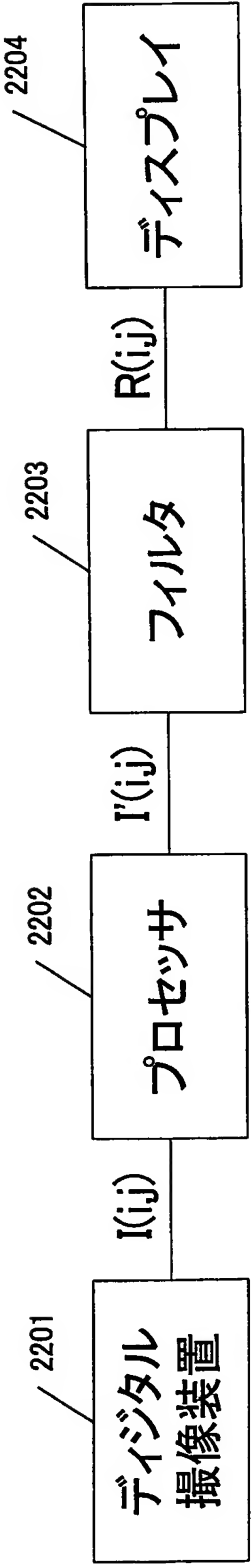


2/68

第2図

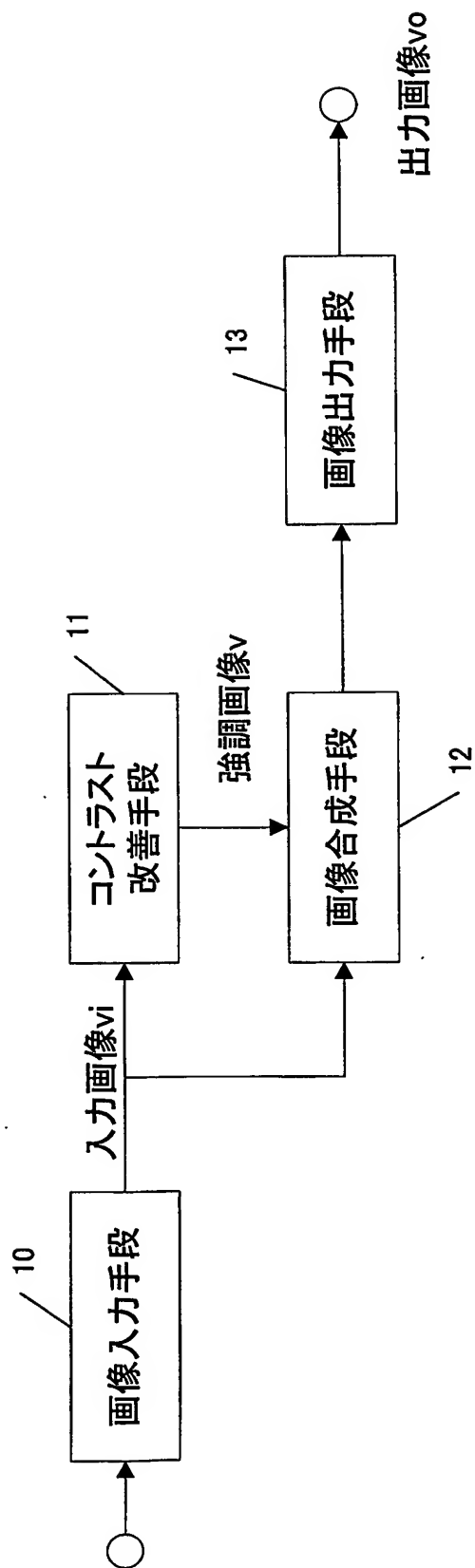


第3図



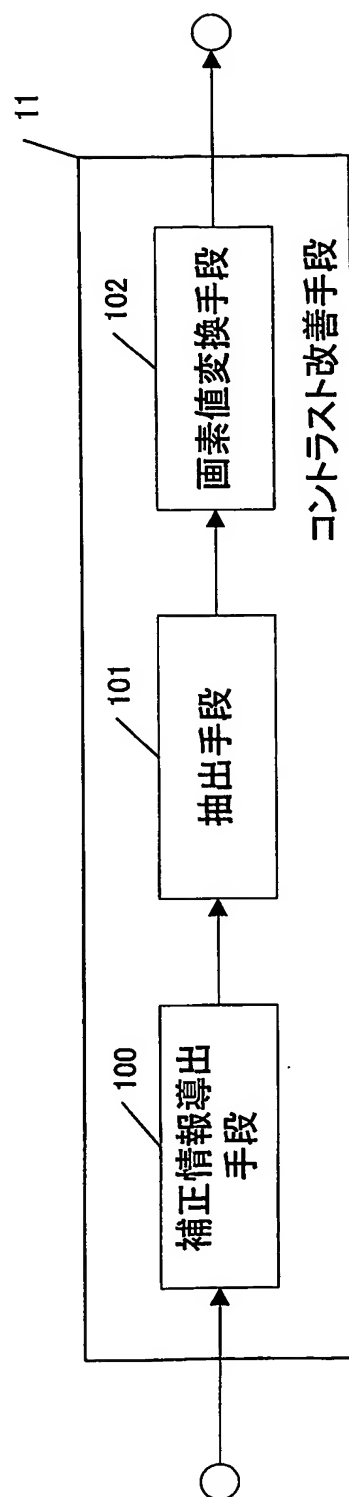
4/68

第4図



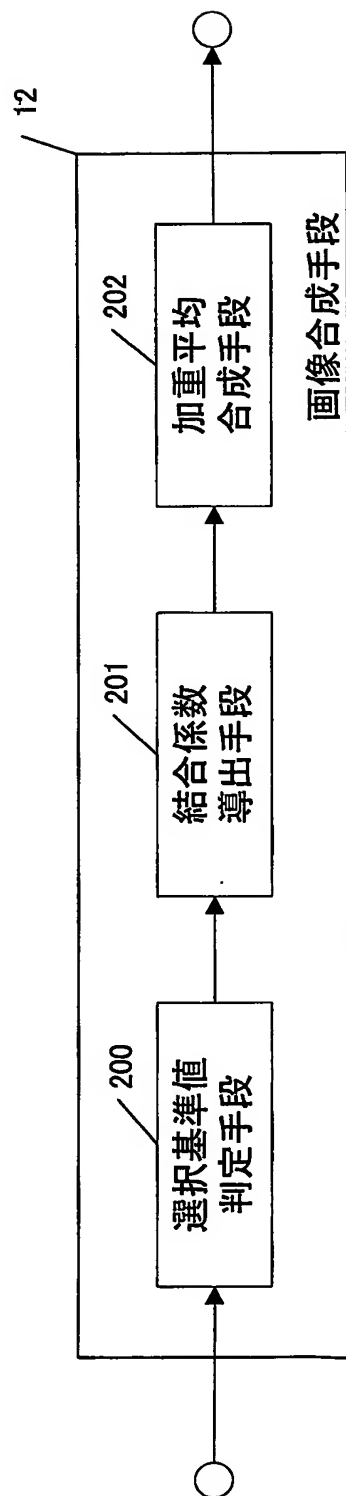
5/68

第5図

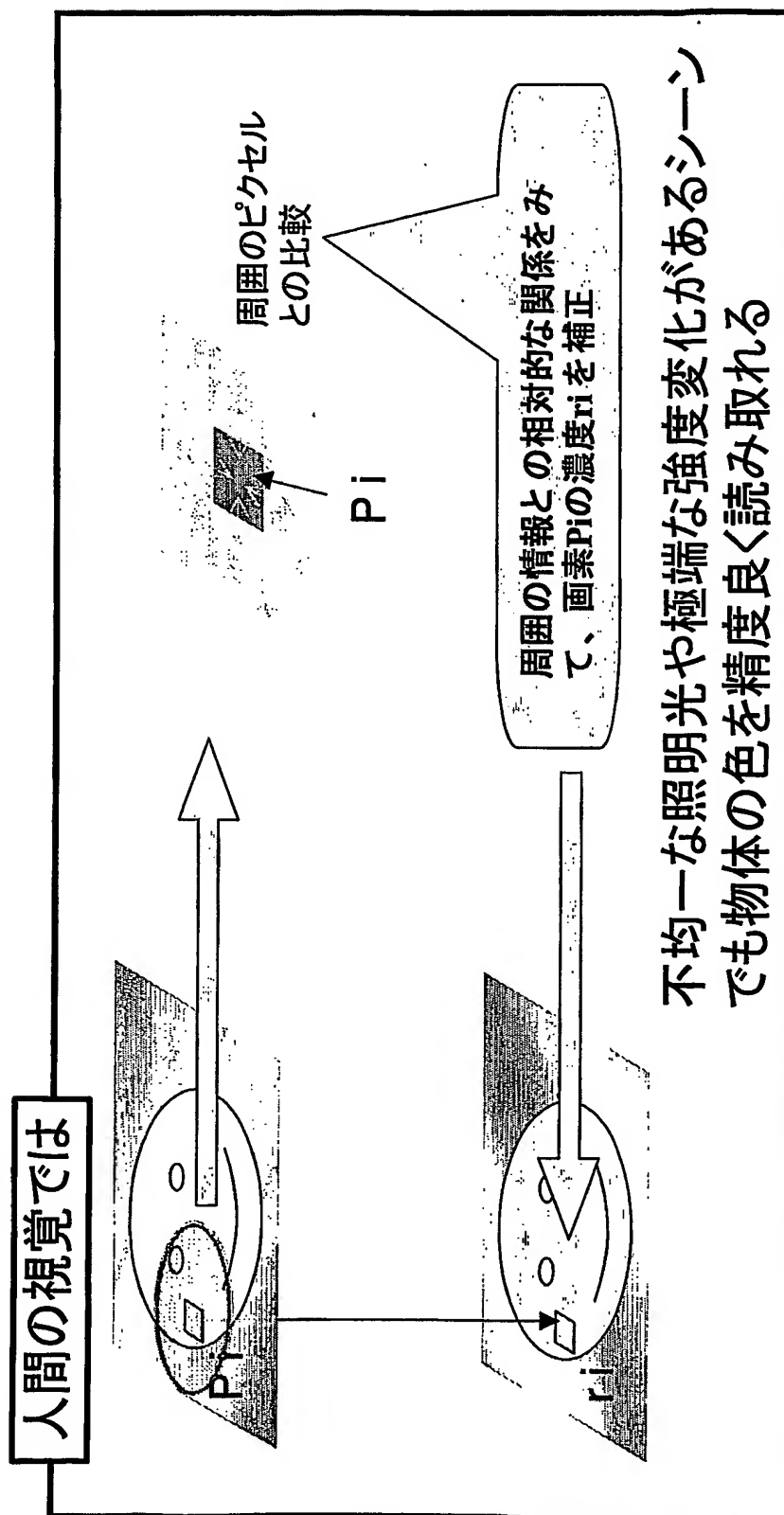


6/68

第6図

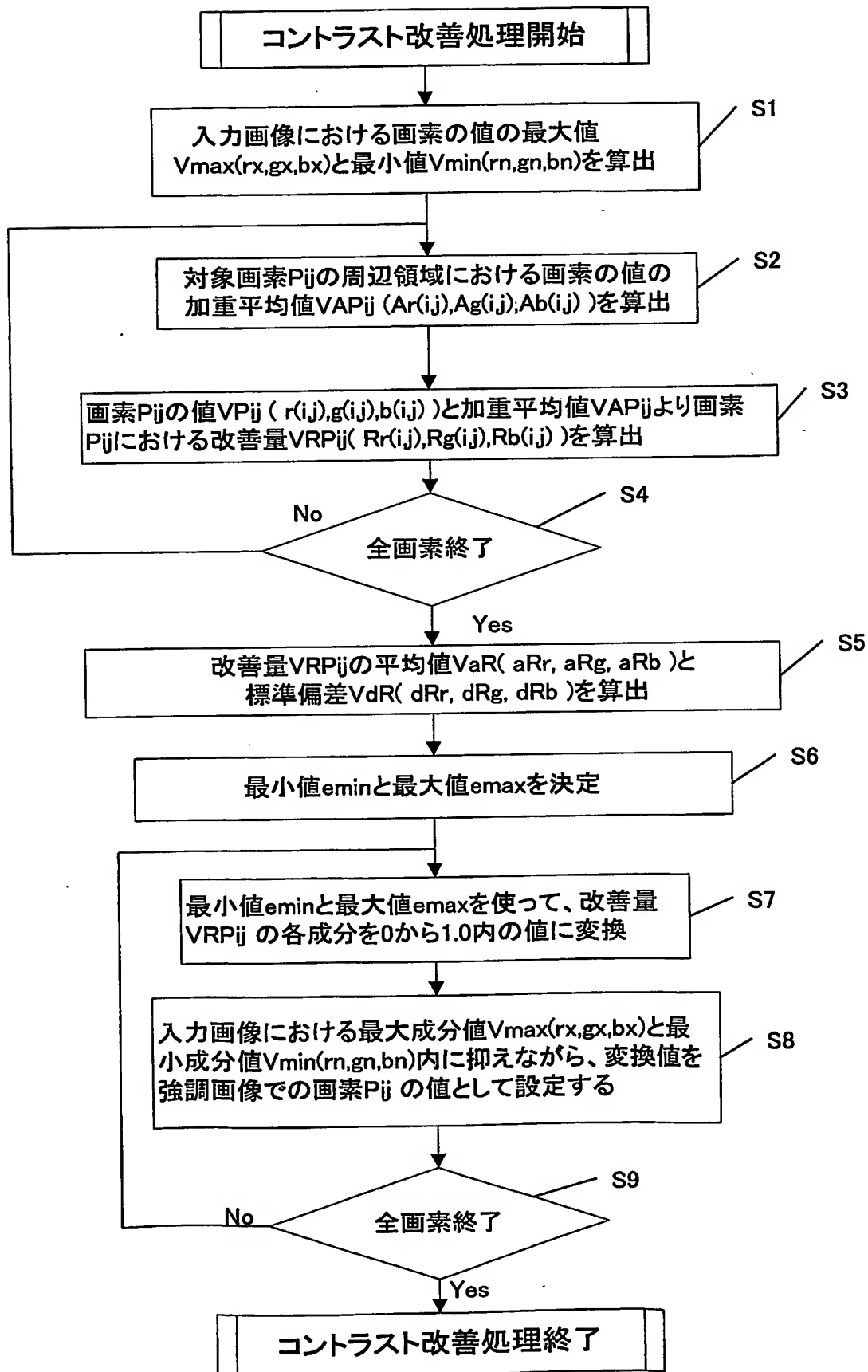


第7図



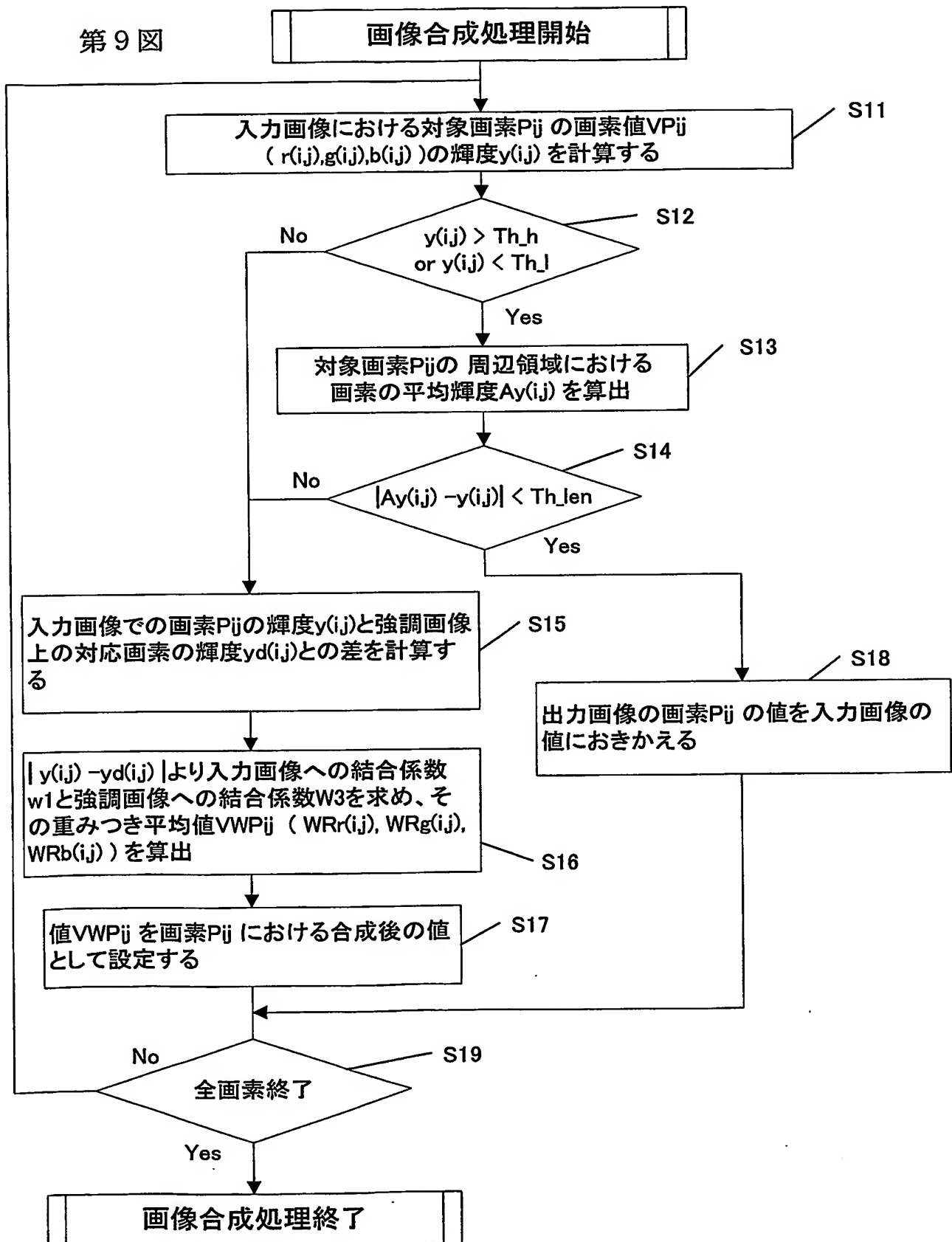
8/68

第8図

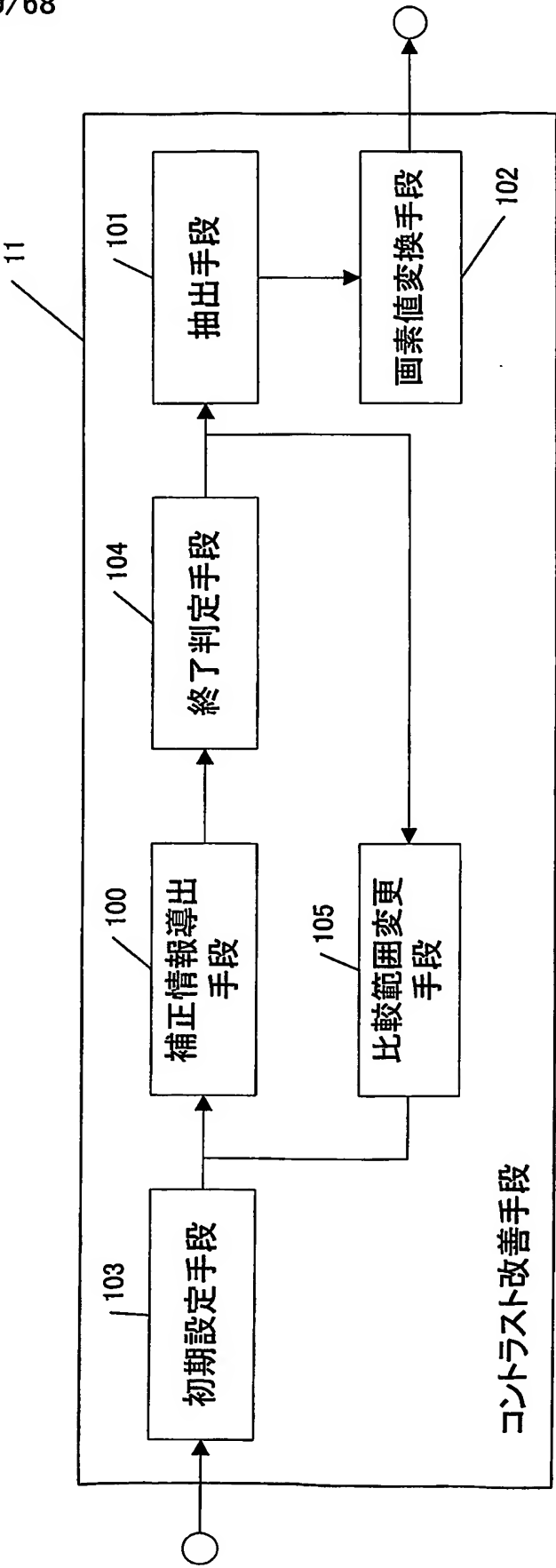


9/68

第9図

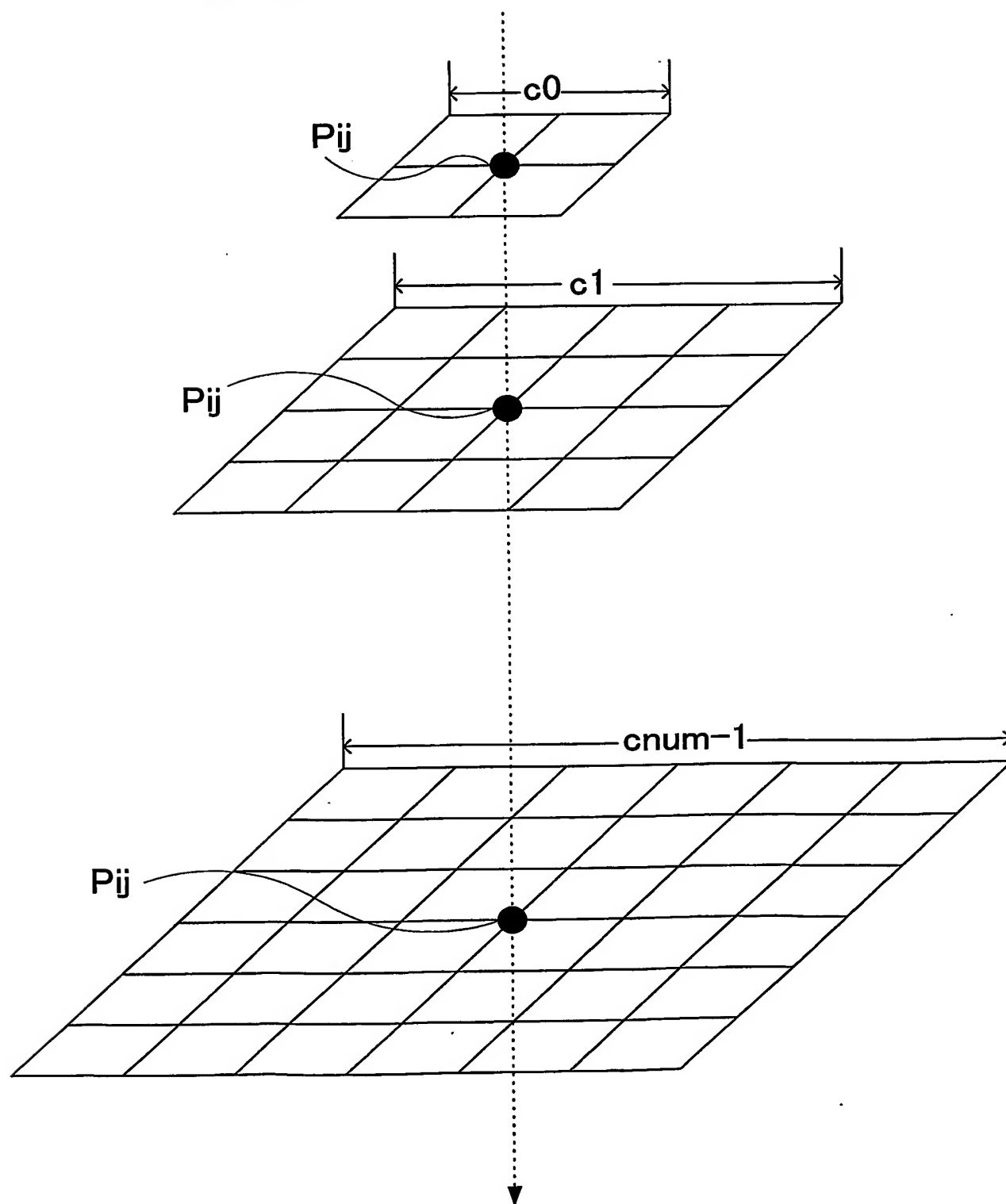


第10図



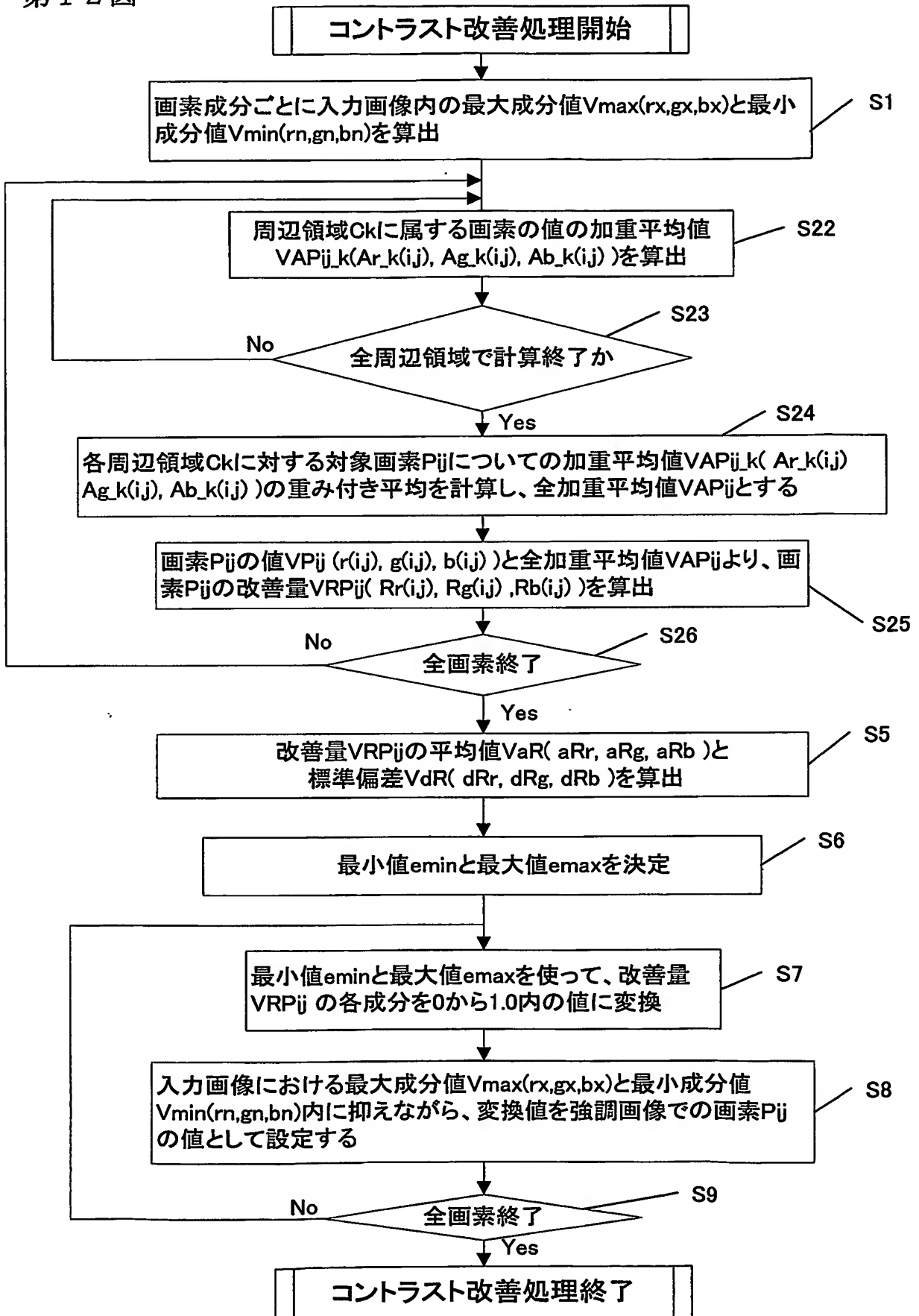
11/68

第11図



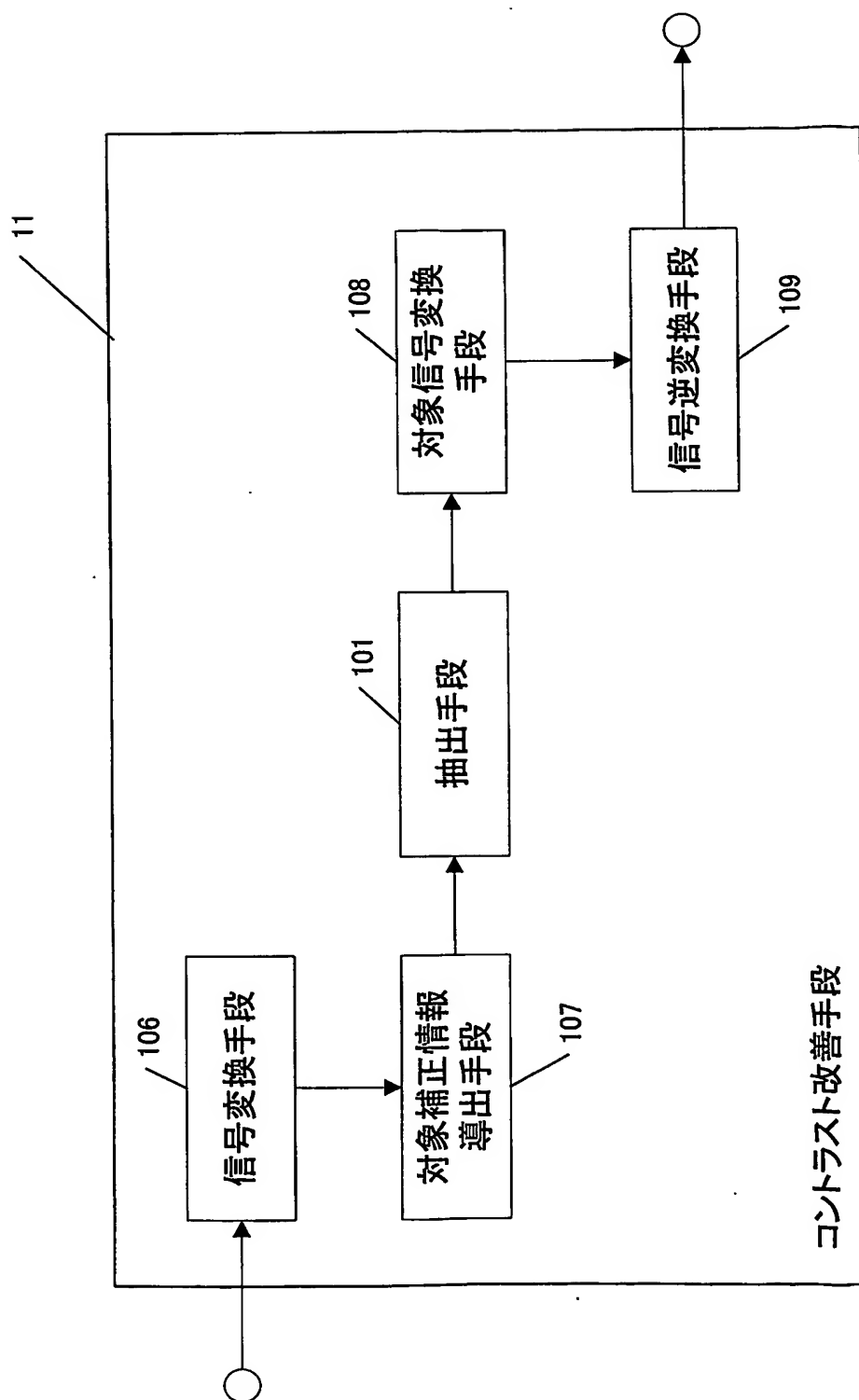
第 1 2 図

12/68



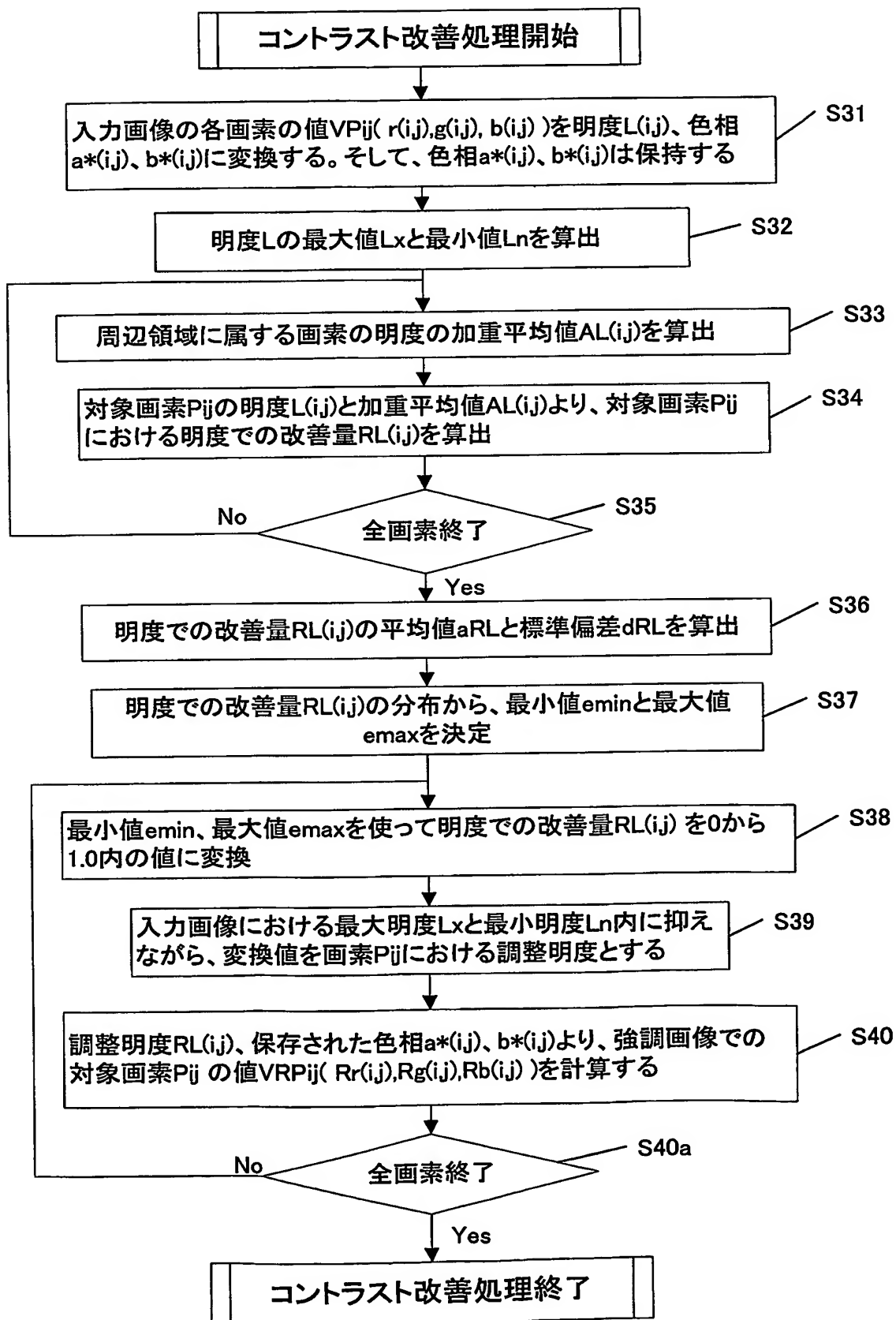
13/68

第13図

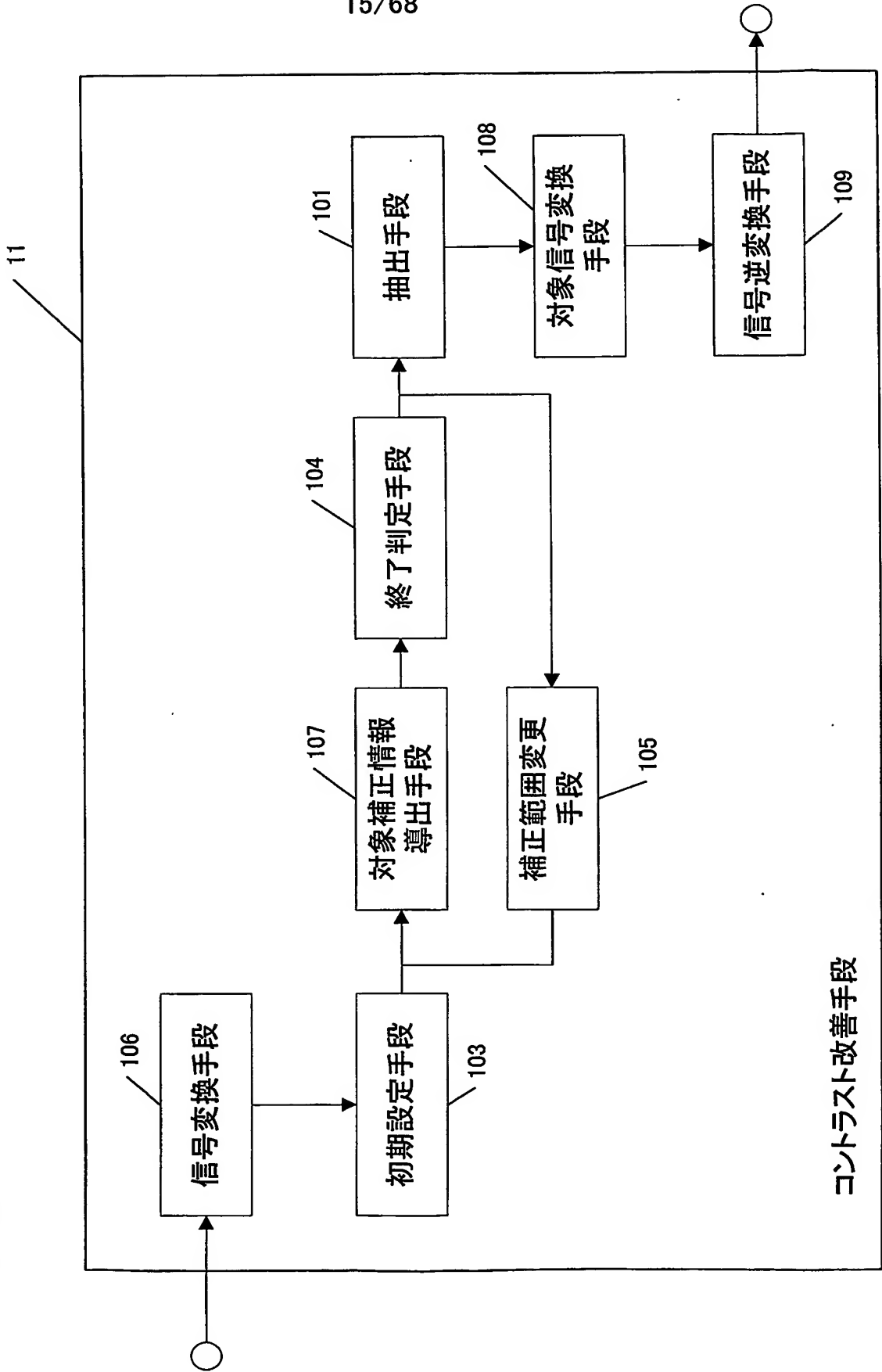


第 1 4 図

14/68

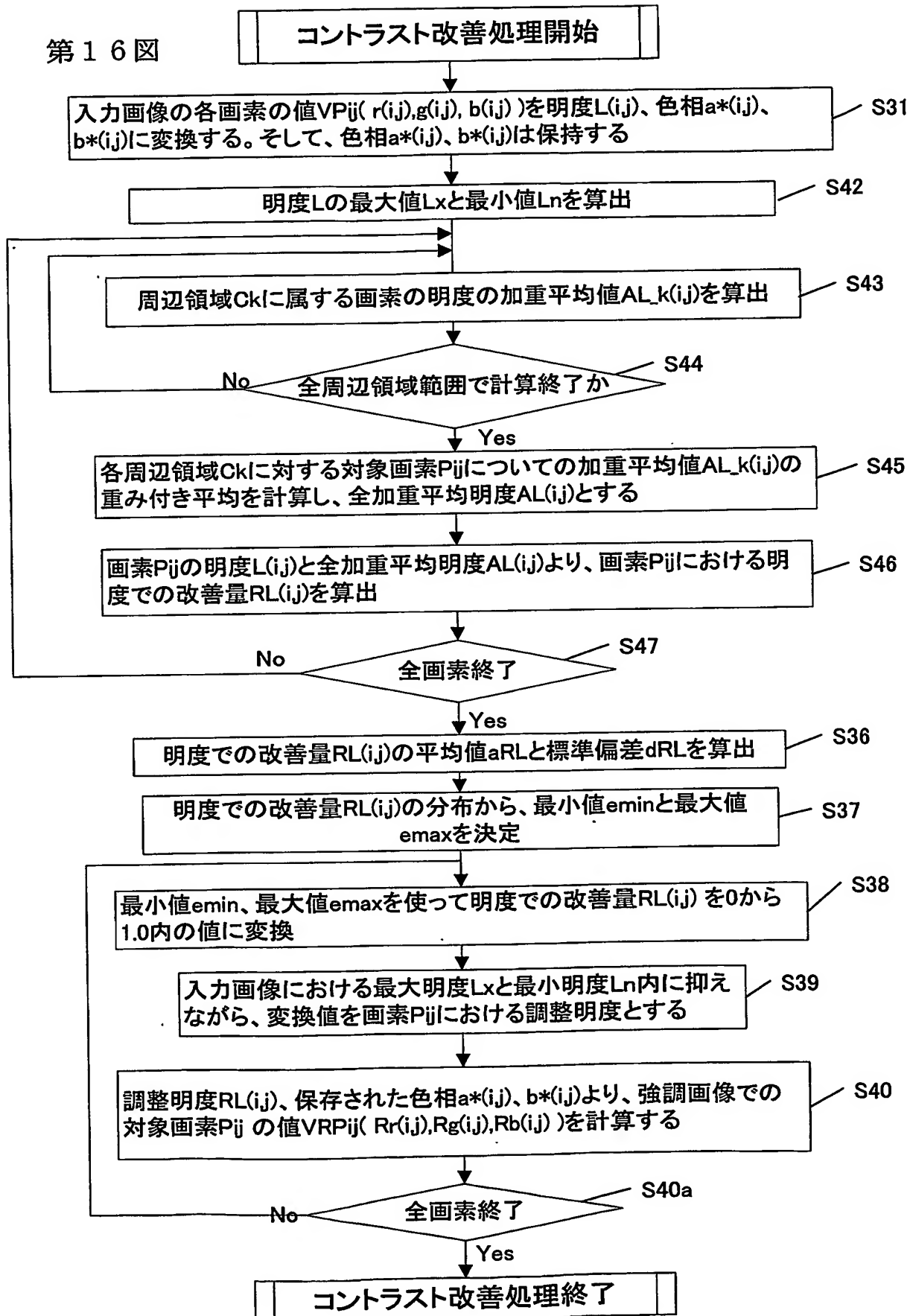


第15図



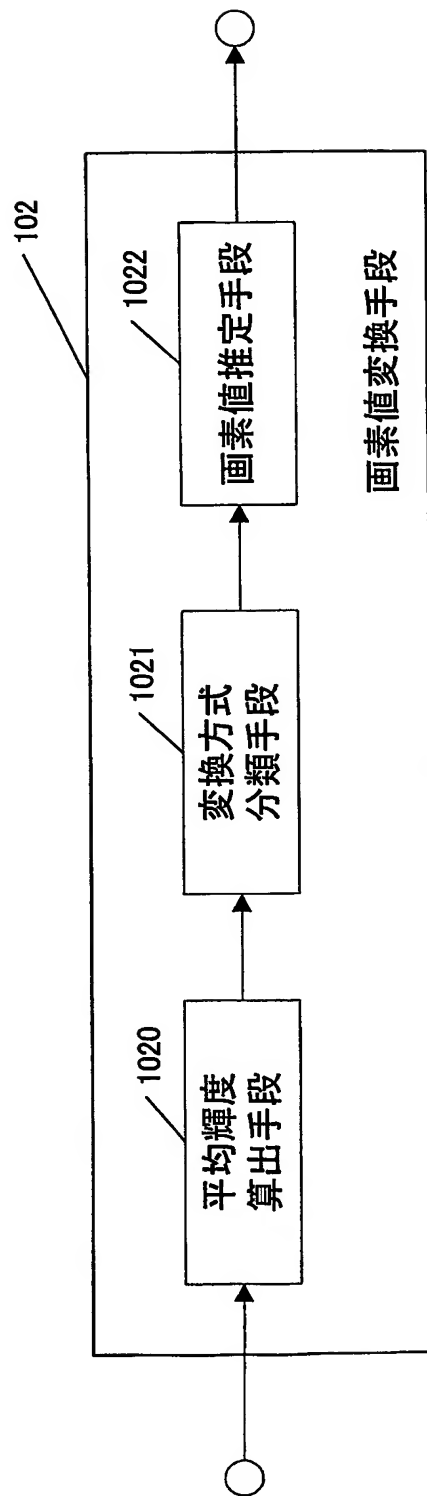
16/68

第 16 図

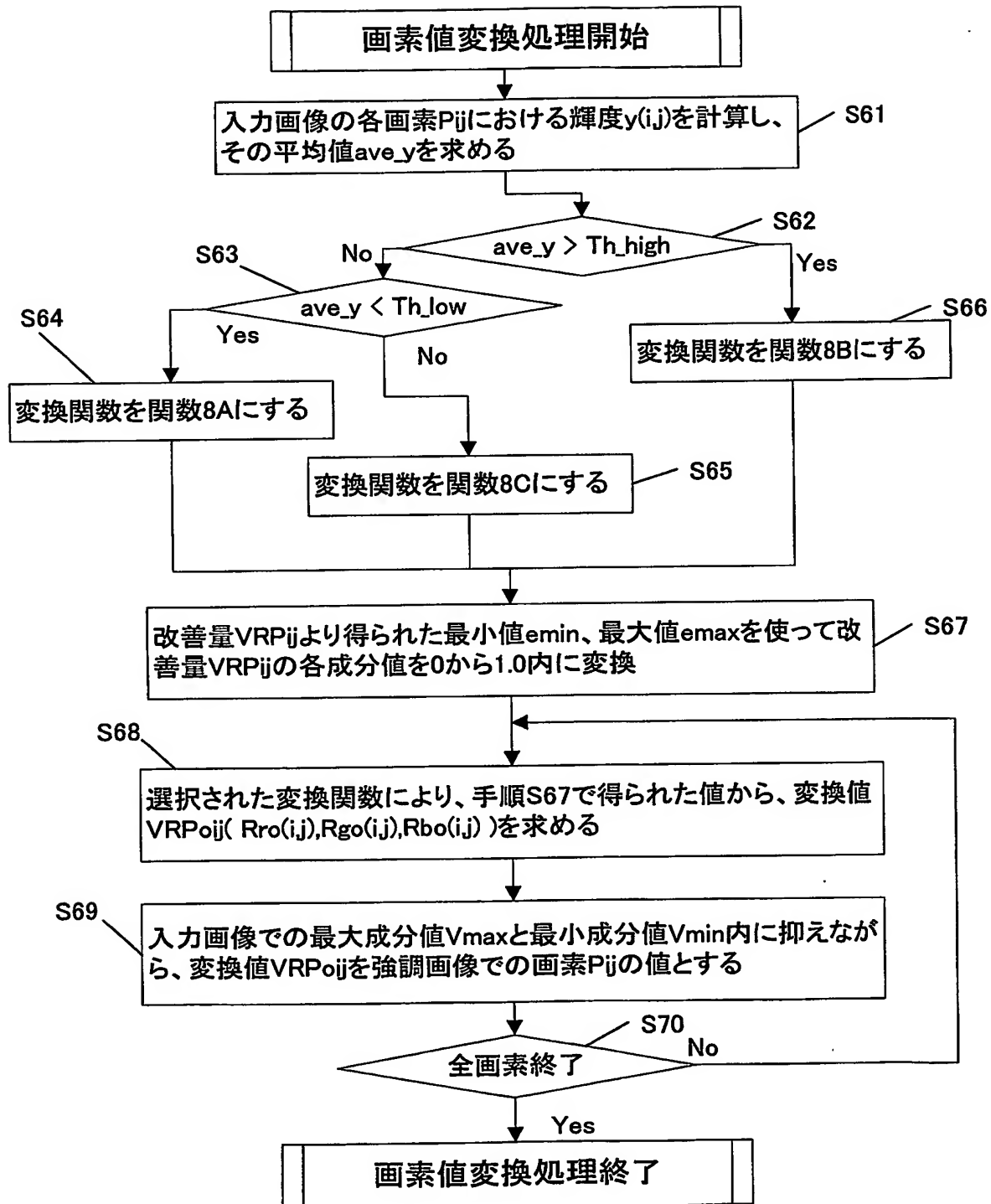


17/68

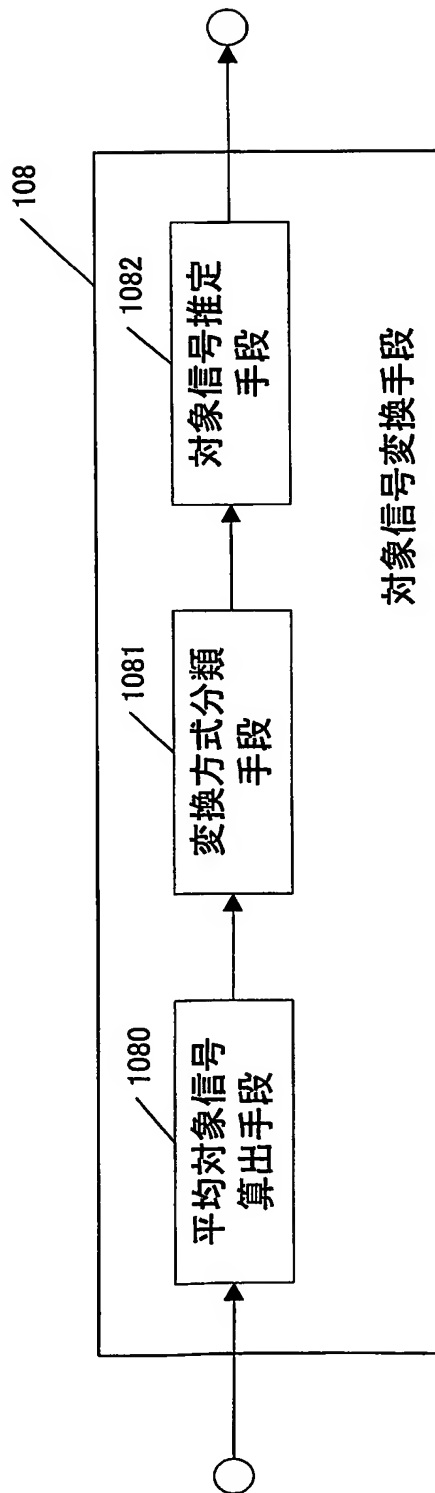
第17図



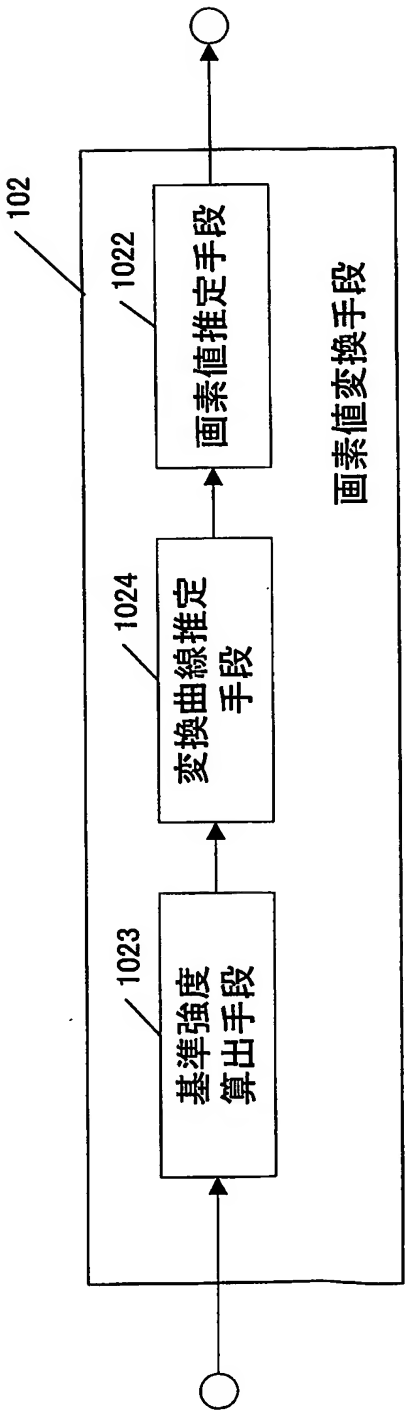
第 1 8 図



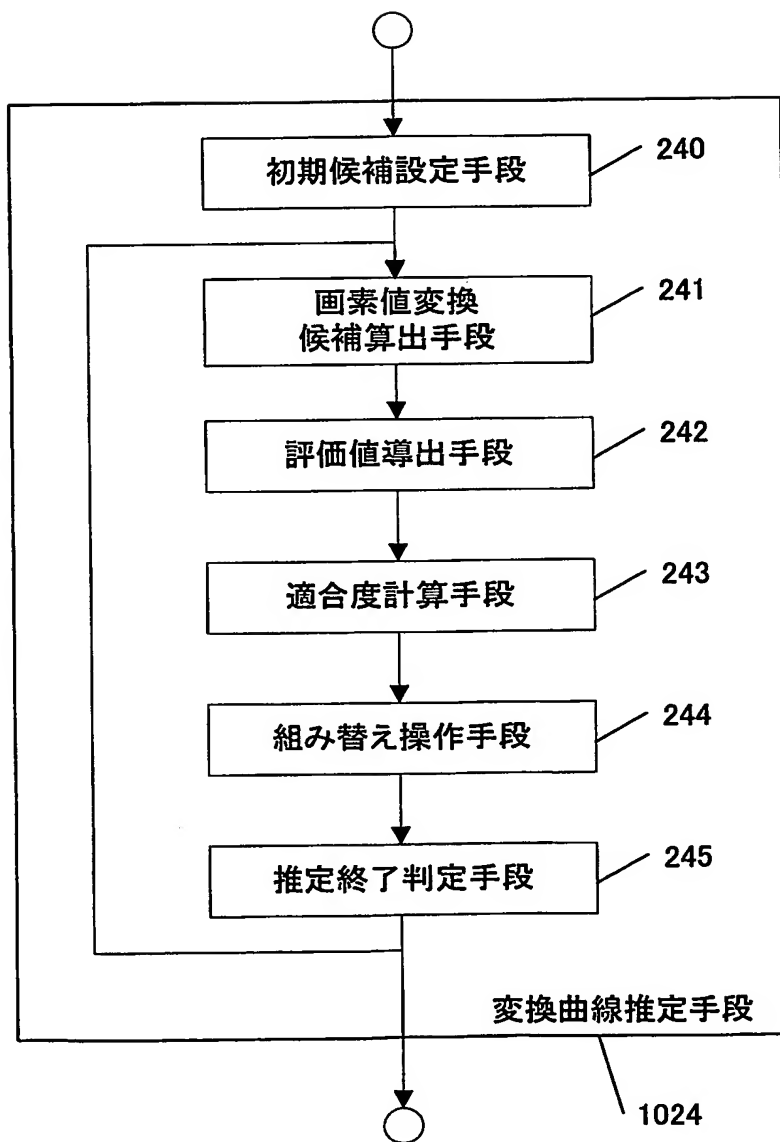
第19図



第20図

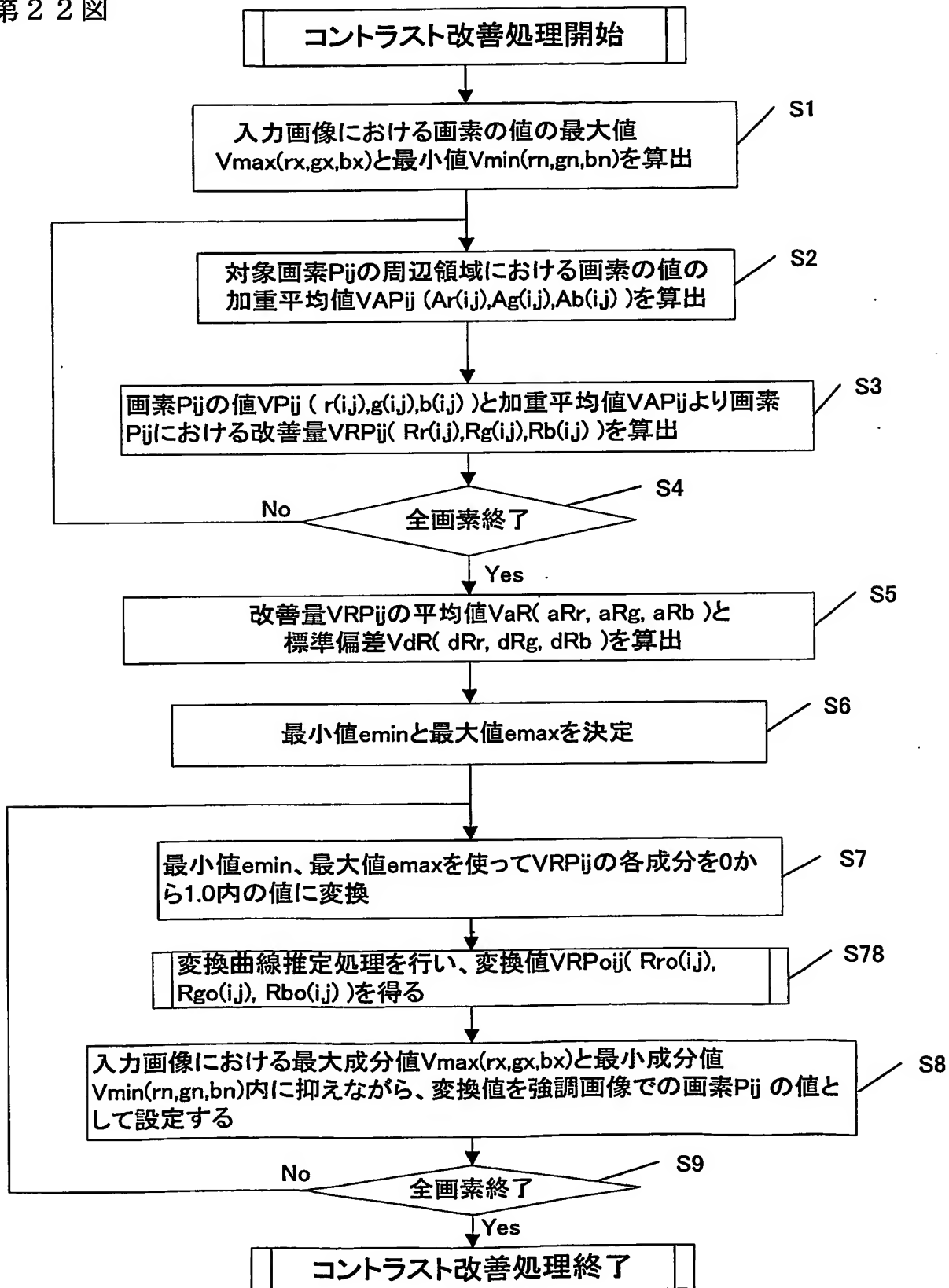


第 2 1 図



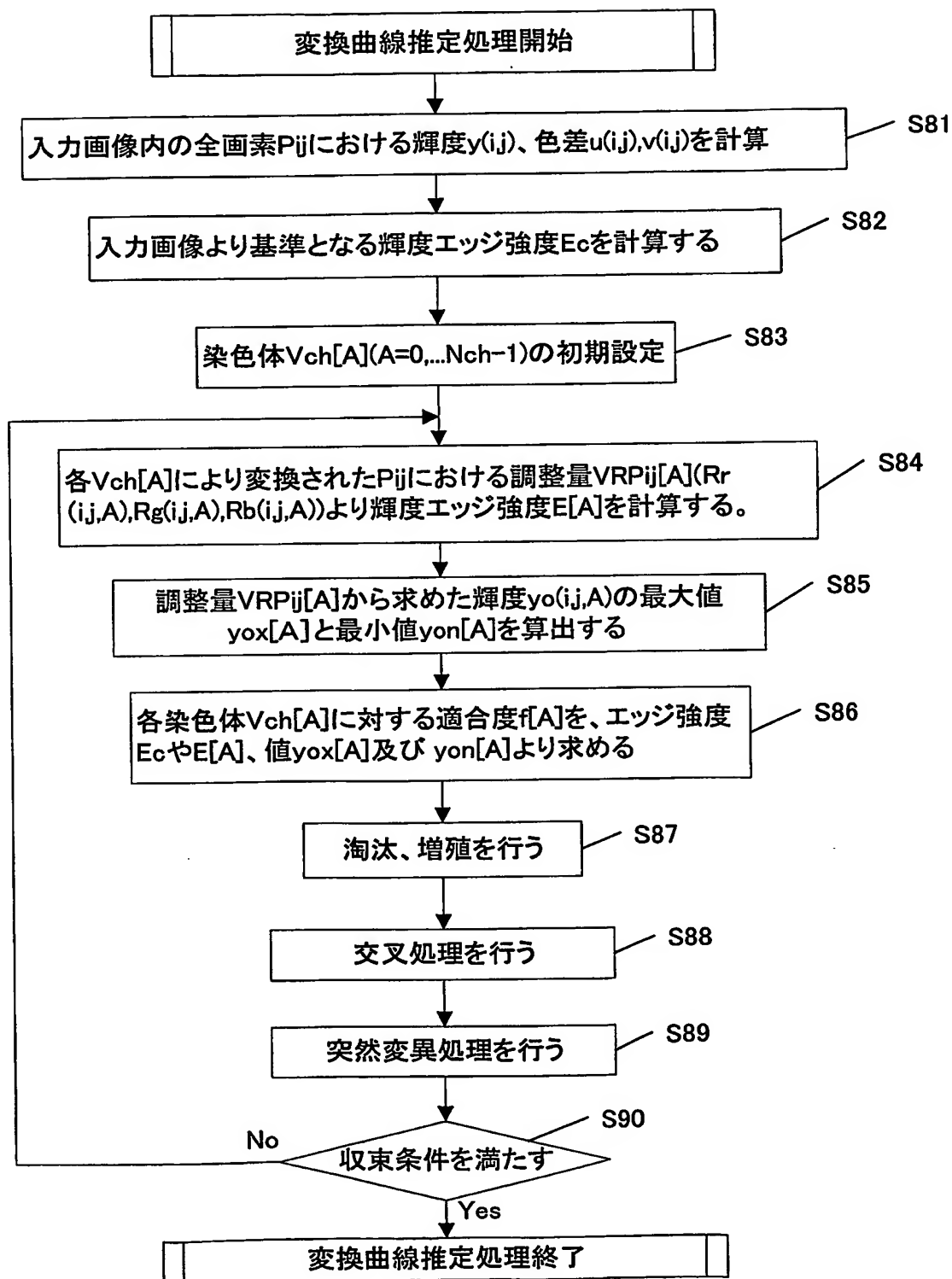
22/68

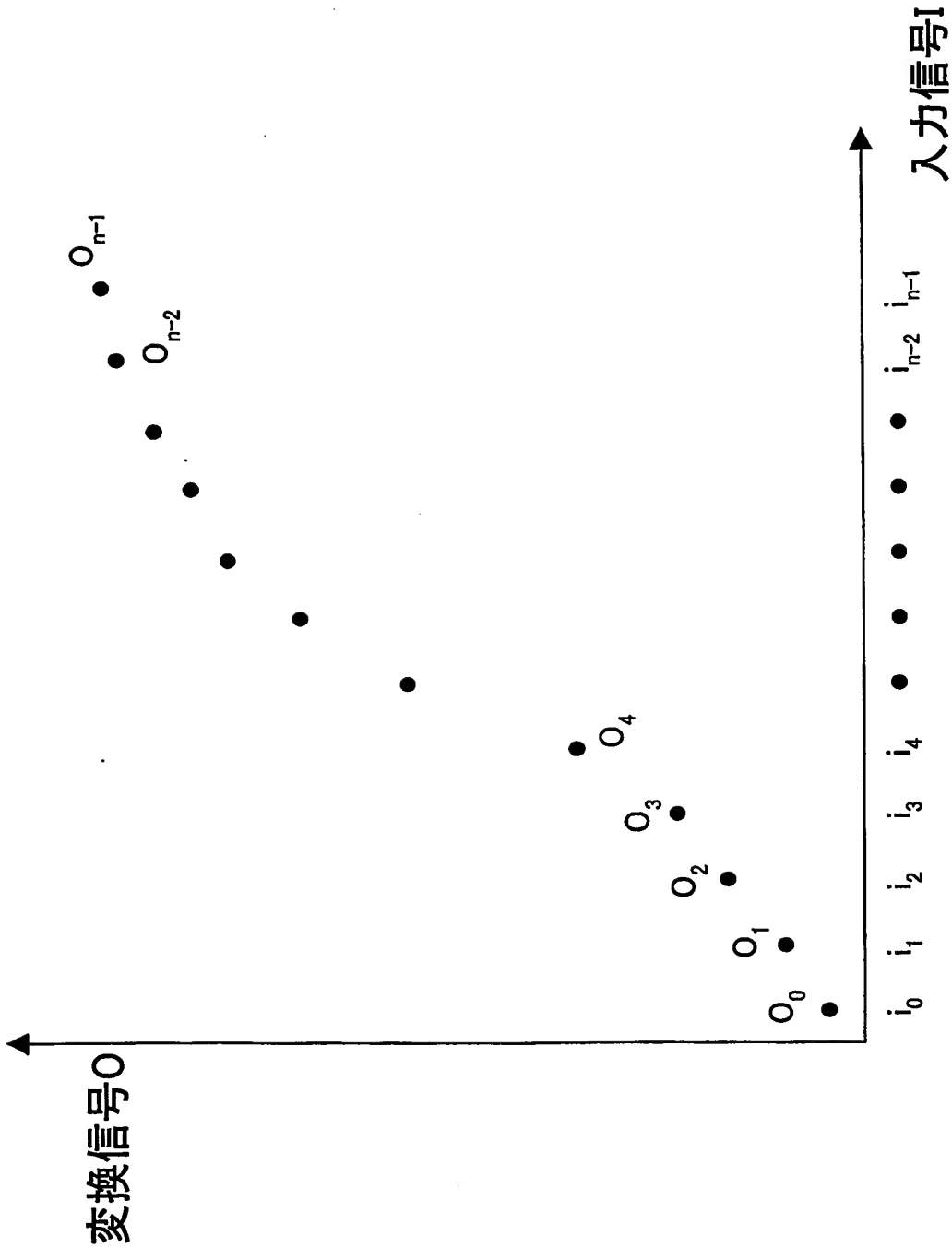
第 2 2 図



23/68

第 2 3 図





A

染色体A Vch[A]

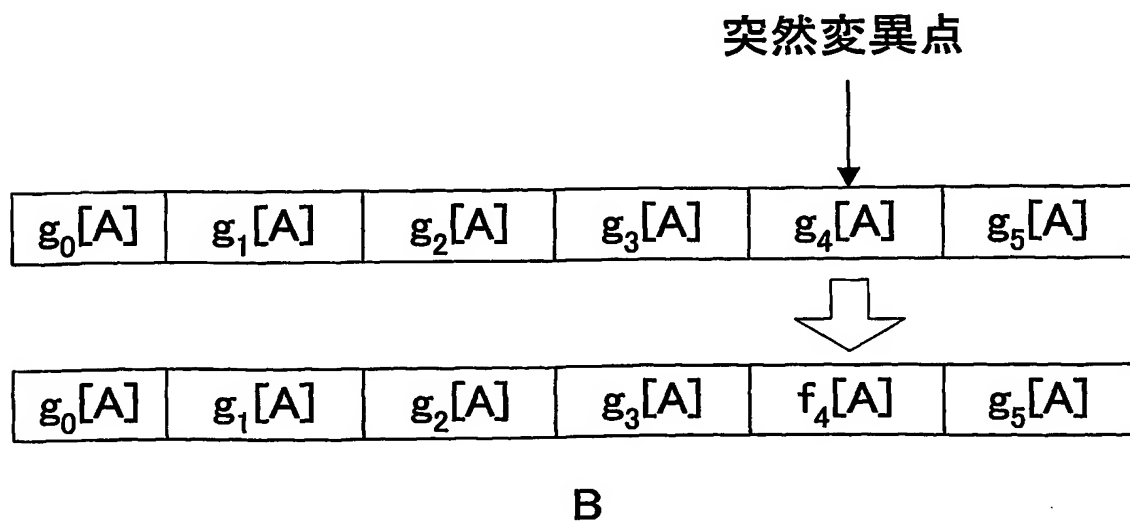
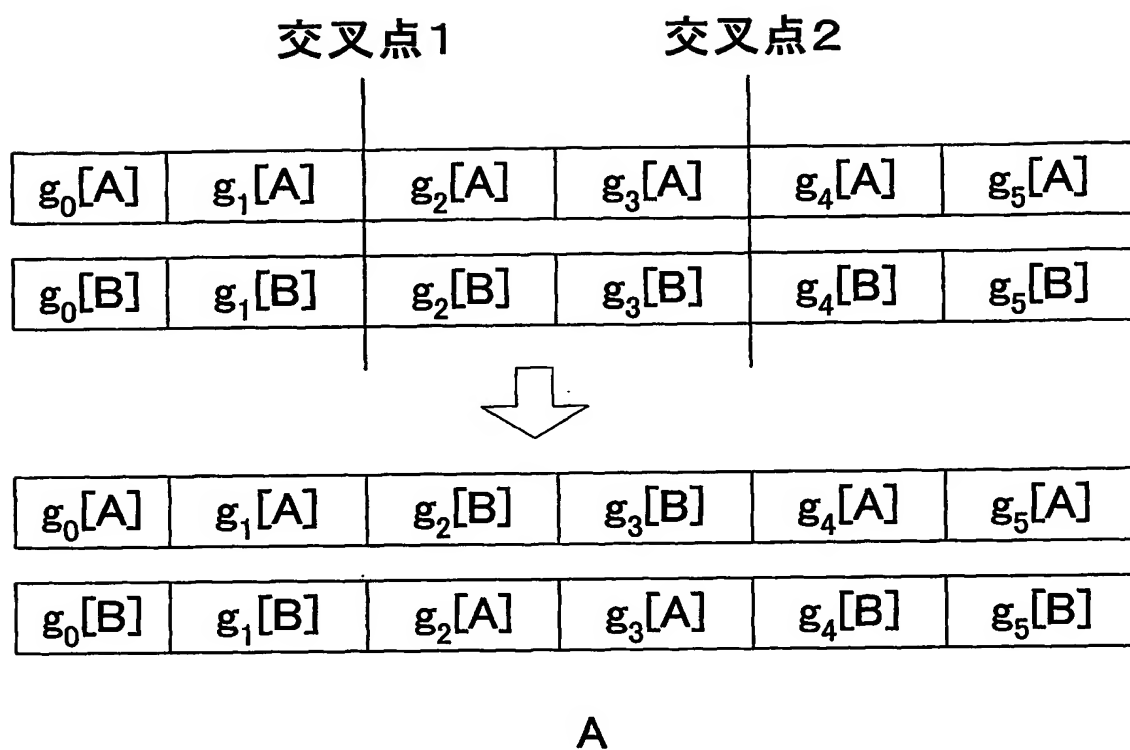
$g_0[A]$	$g_1[A]$	$g_2[A]$	$g_3[A]$	\dots	$g_i[A]$	\dots	$g_{n-2}[A]$	$g_{n-1}[A]$
----------	----------	----------	----------	---------	----------	---------	--------------	--------------

B

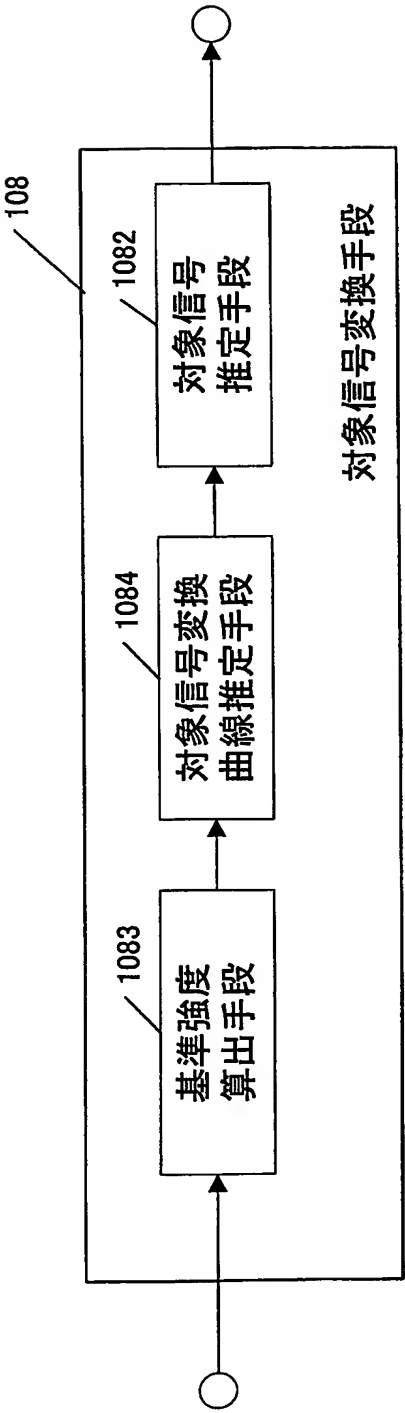
第24図

25/68

第 2 5 図

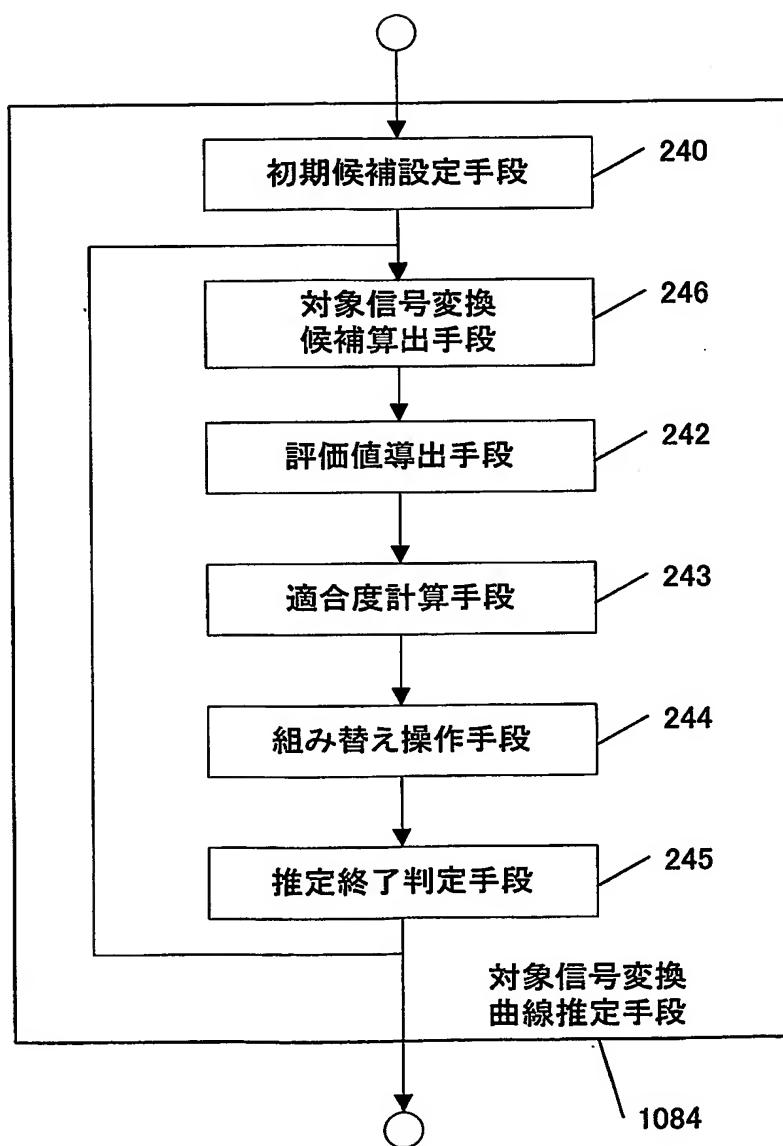


第26図

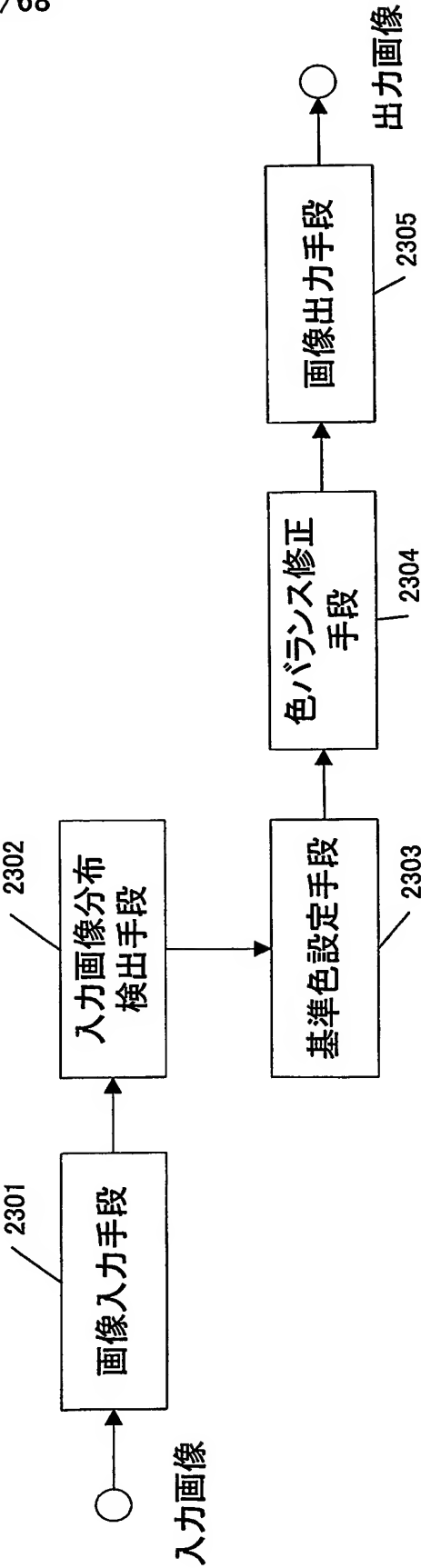


27/68

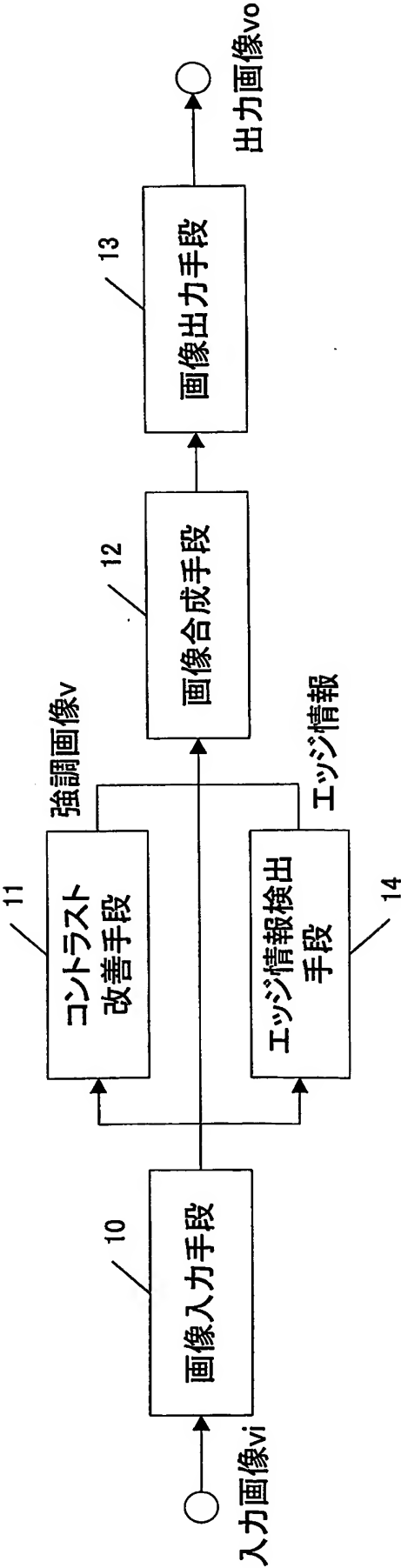
第 2 7 図



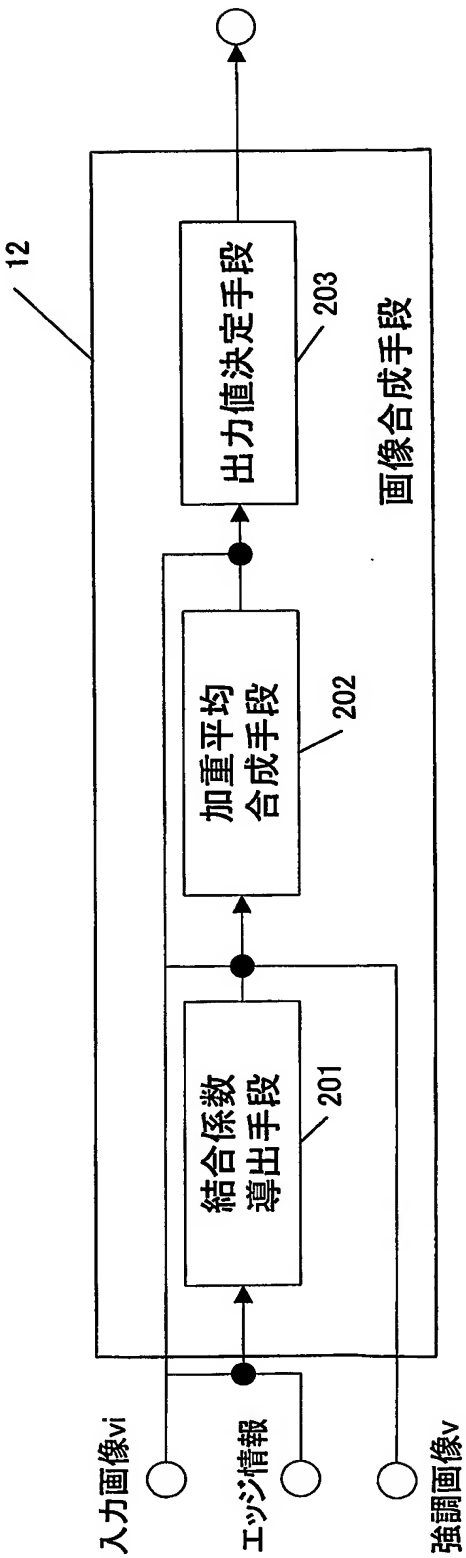
第 2 8 図



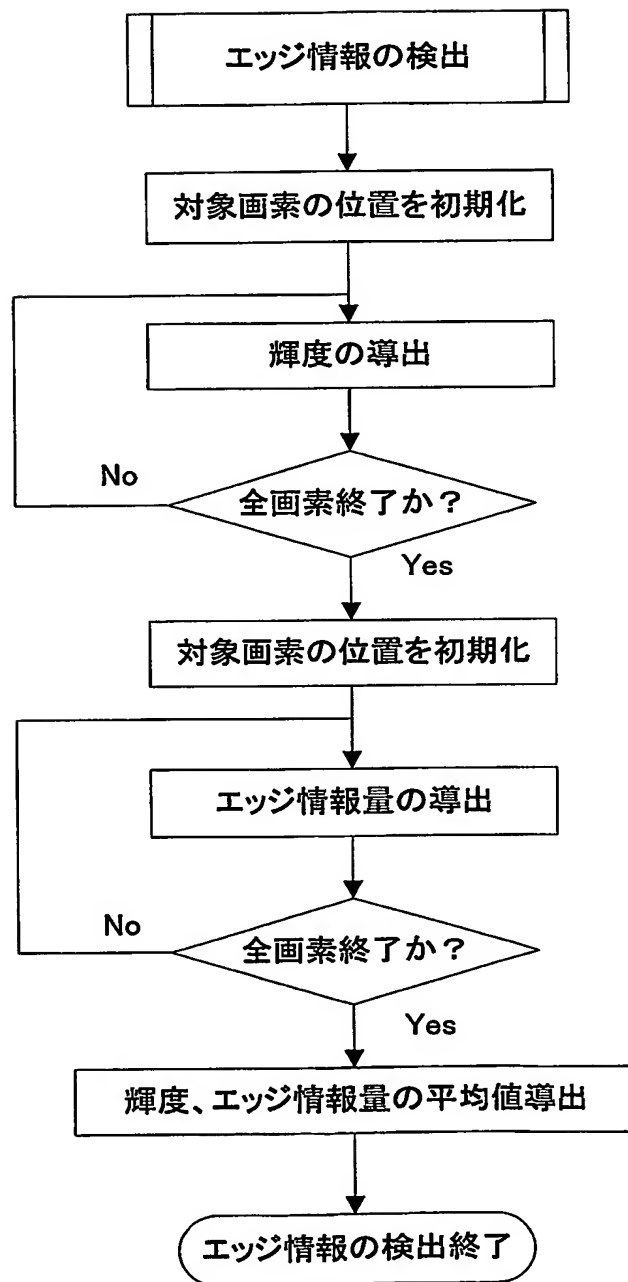
第29図



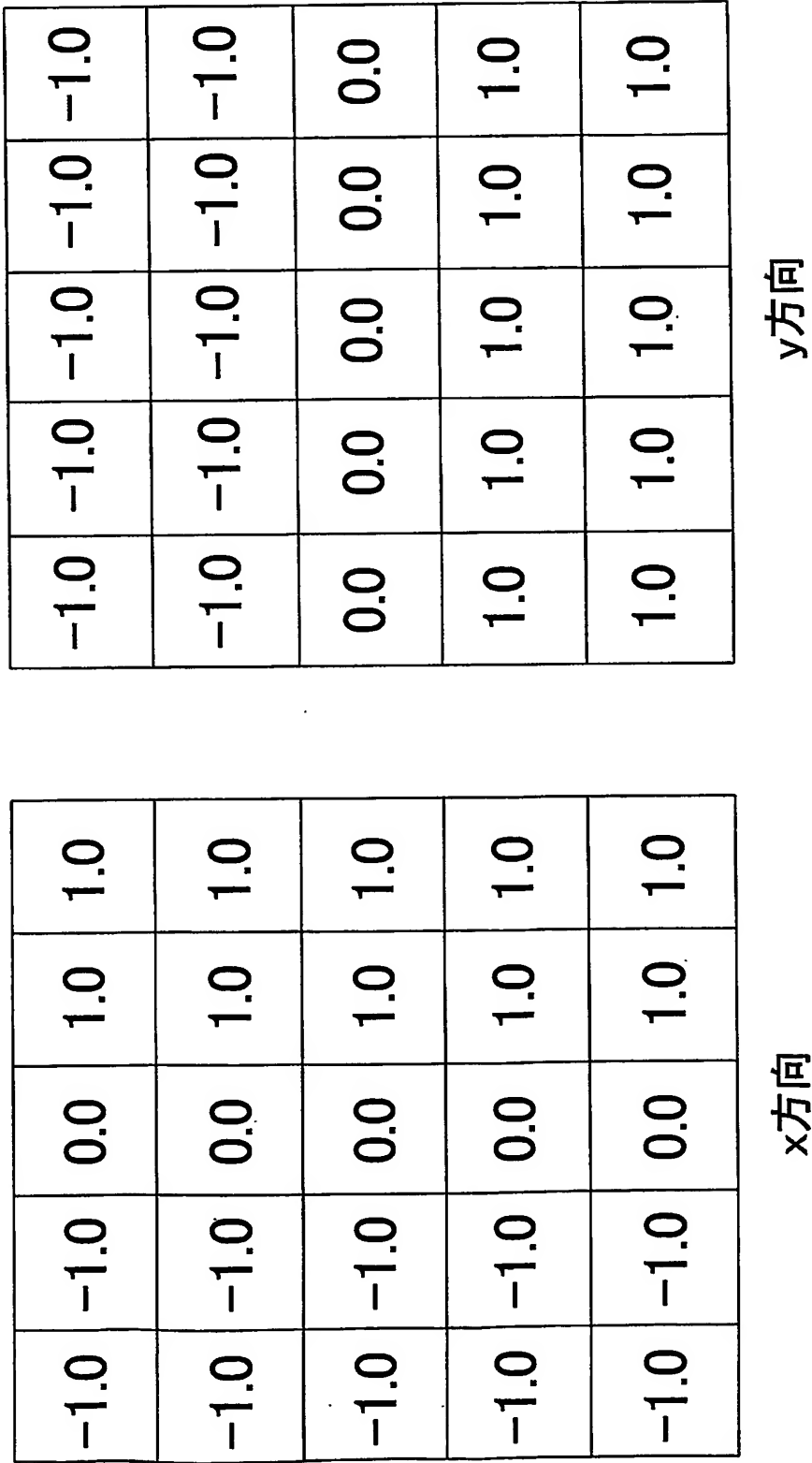
第 3 0 図



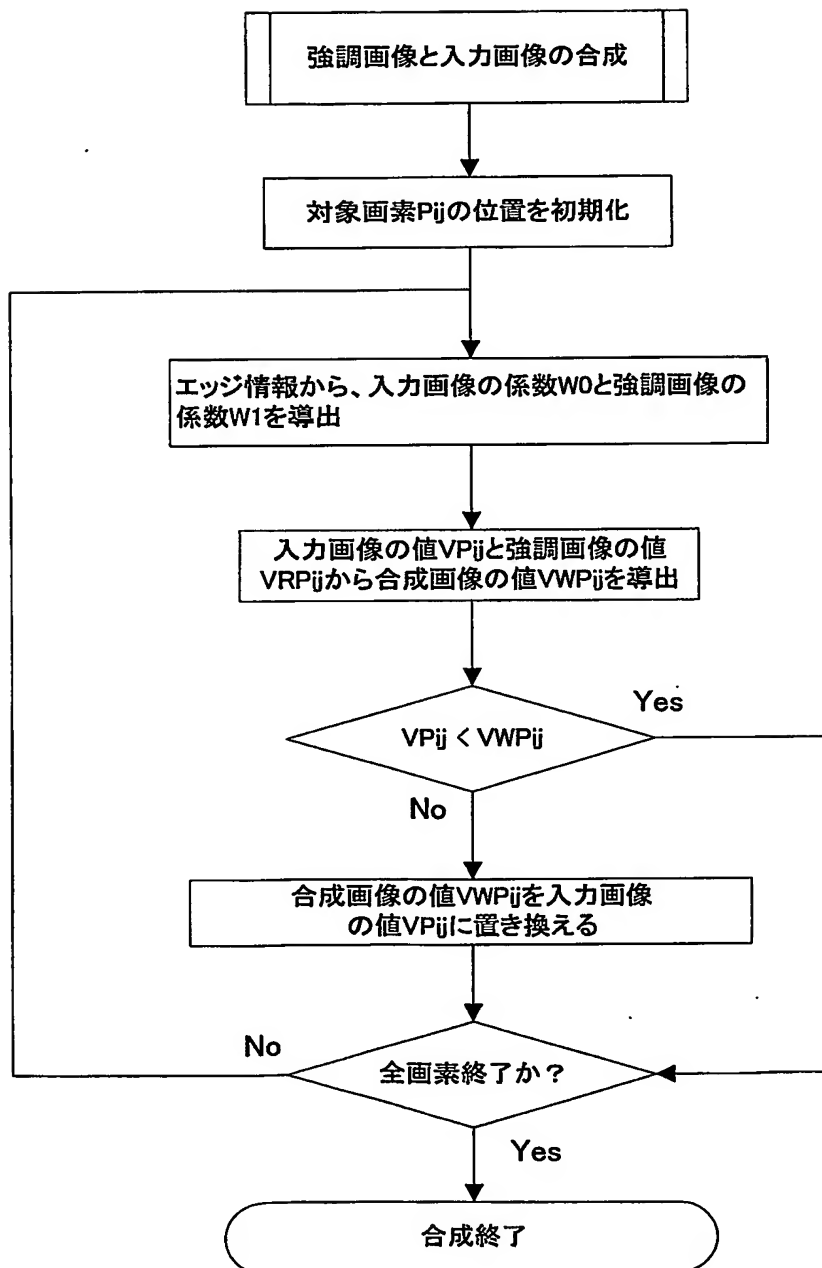
第 3 1 図



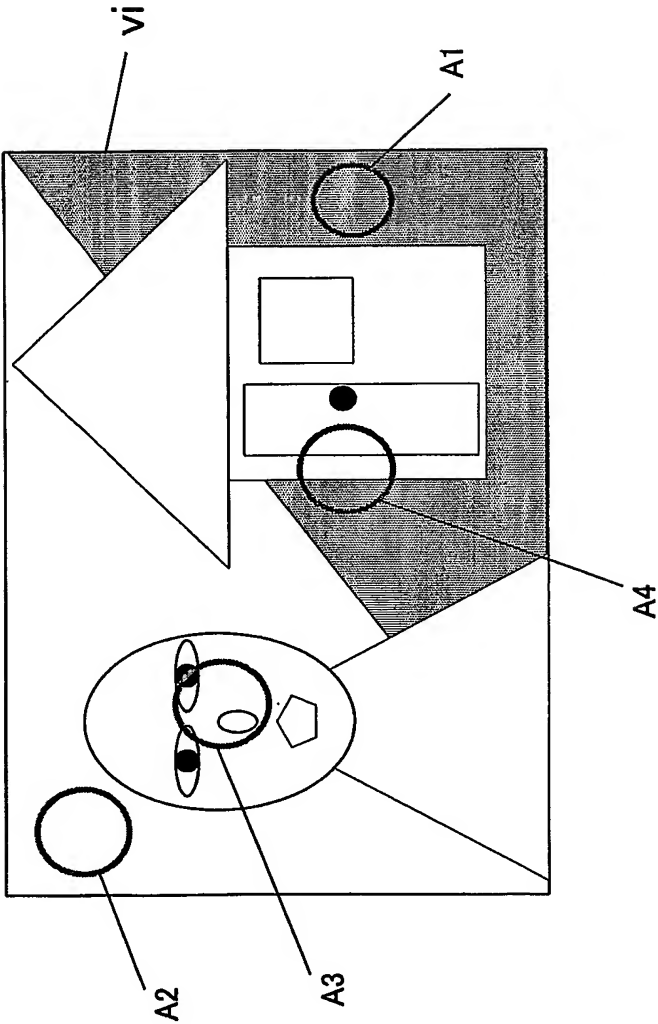
第 3 2 図



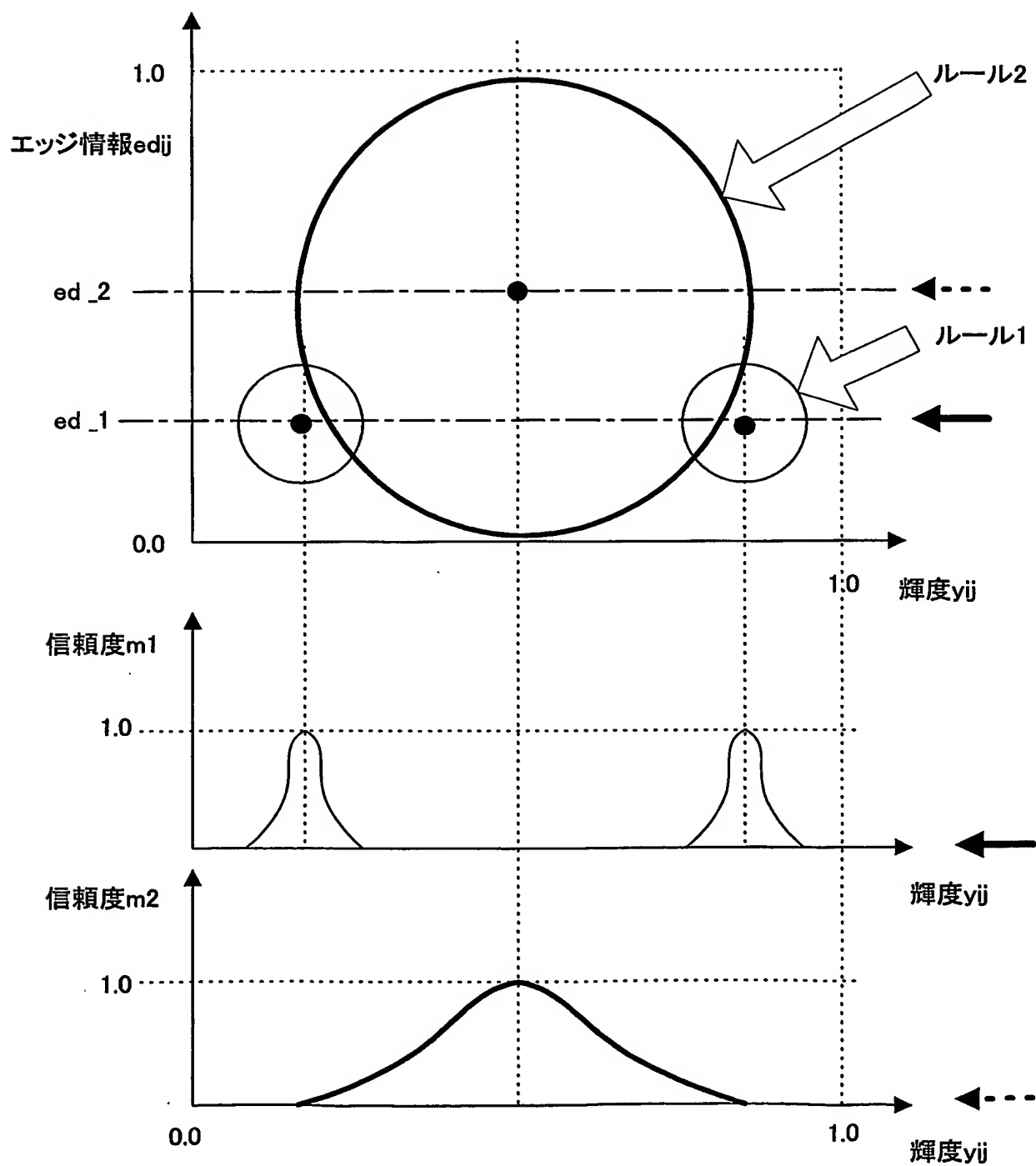
第 3 3 図



第 3 4 図

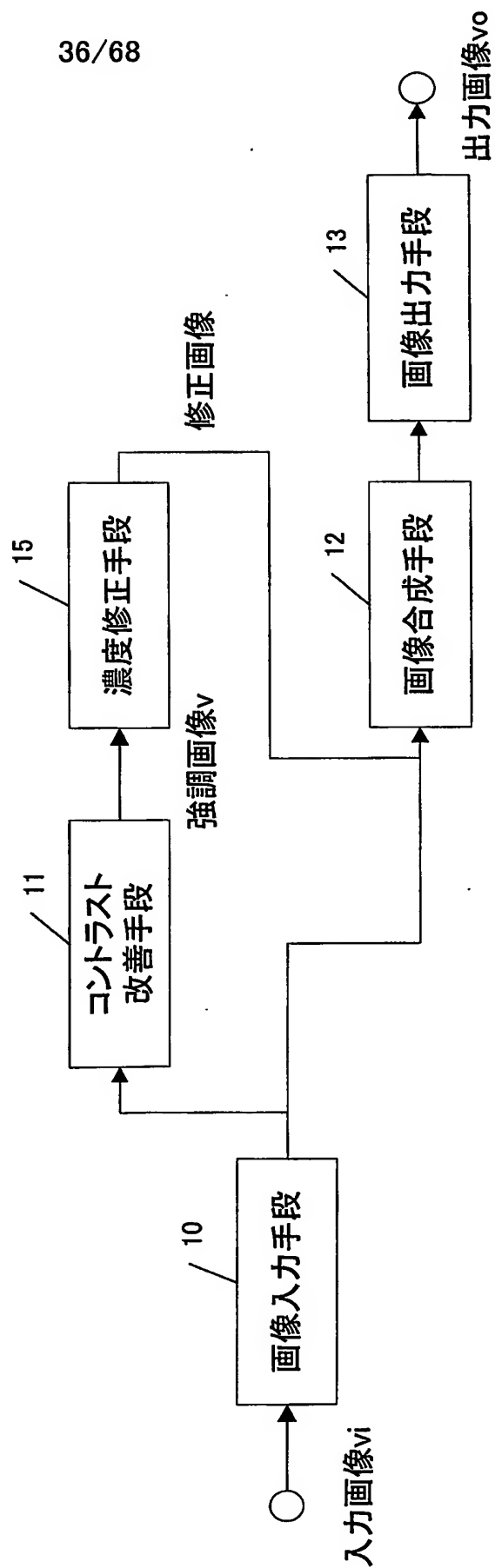


第 3 5 図



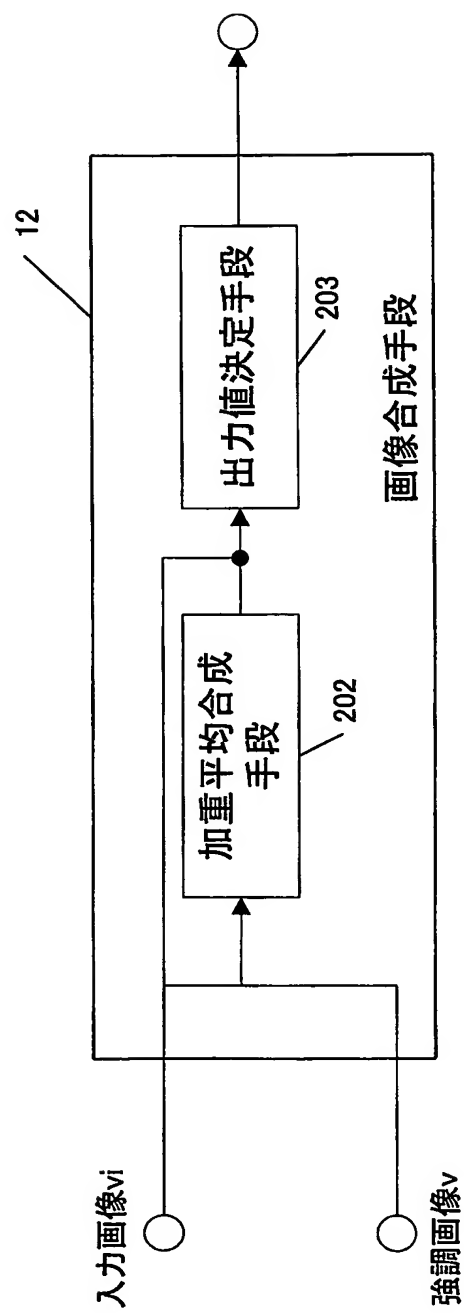
36/68

第36図



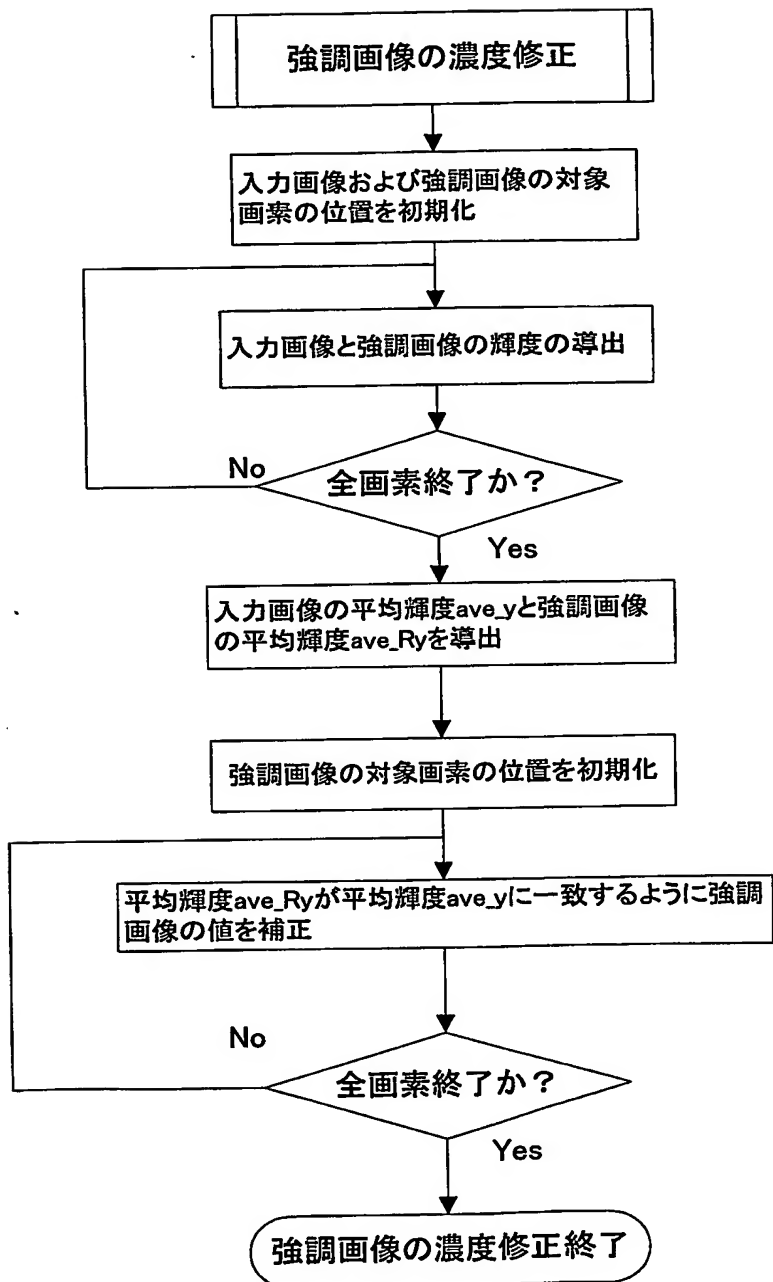
37/68

第37図

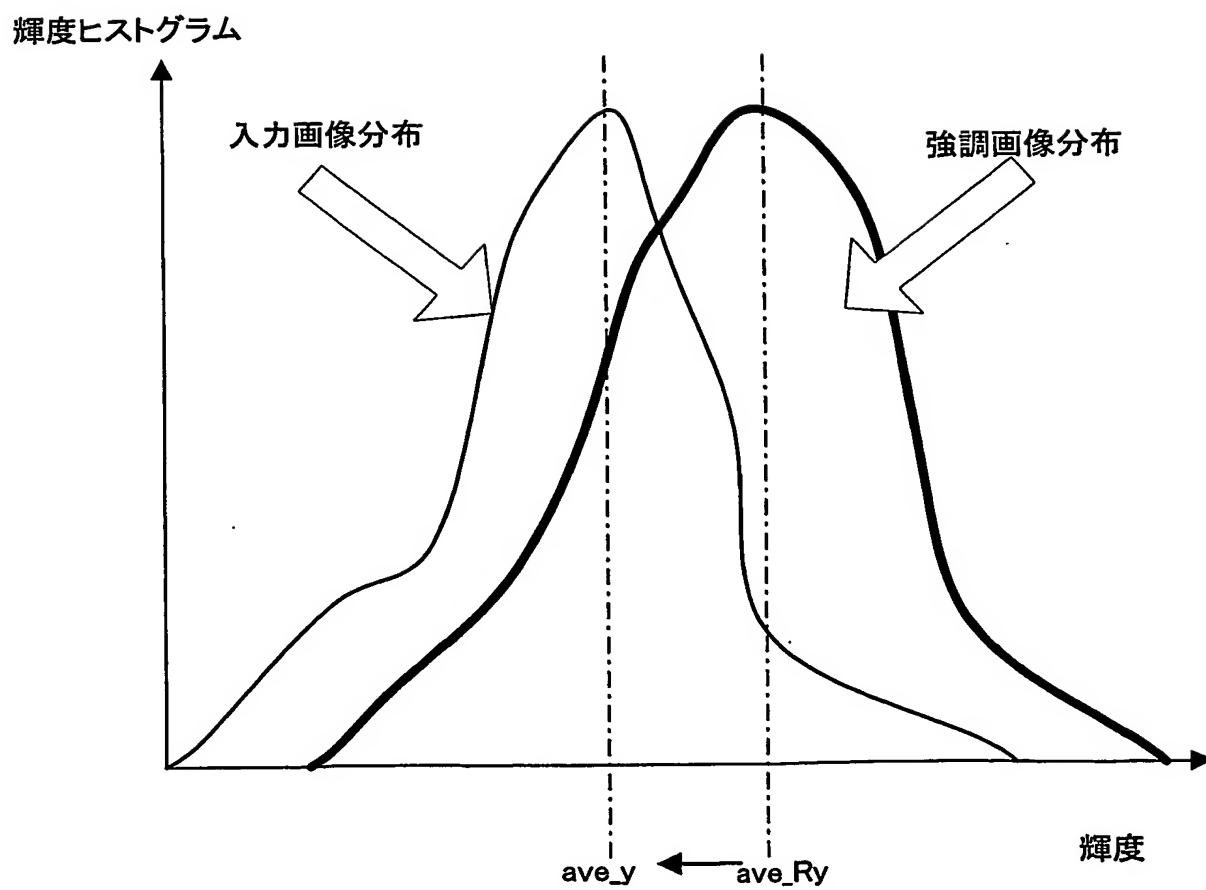


38/68

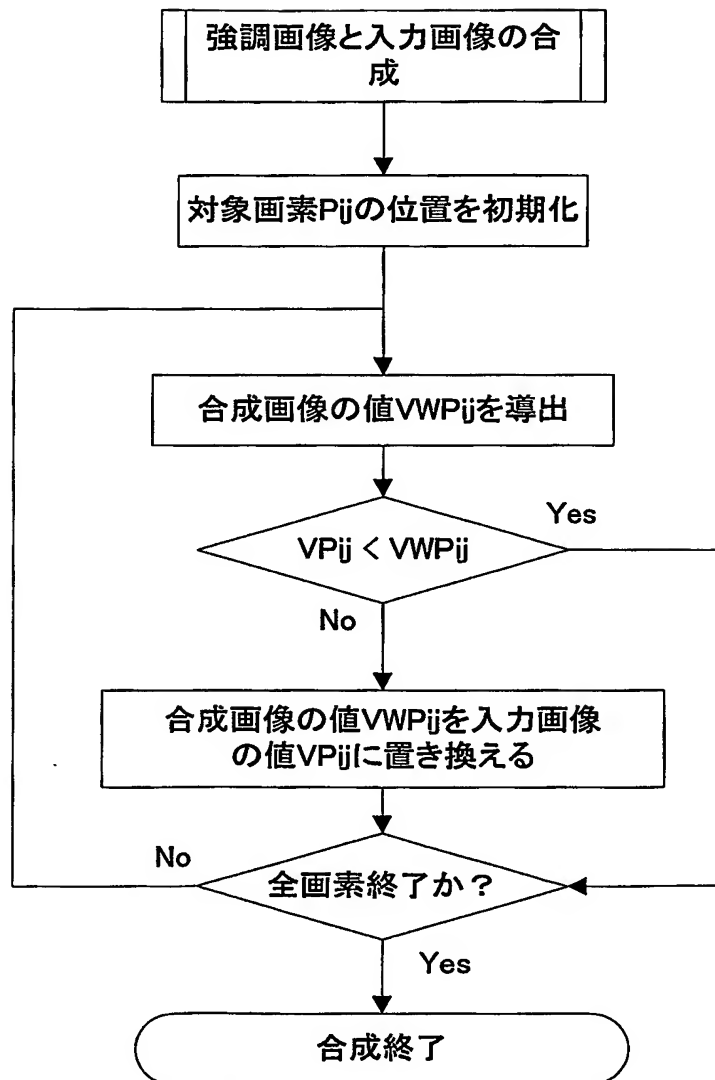
第 3 8 図



第 3 9 図

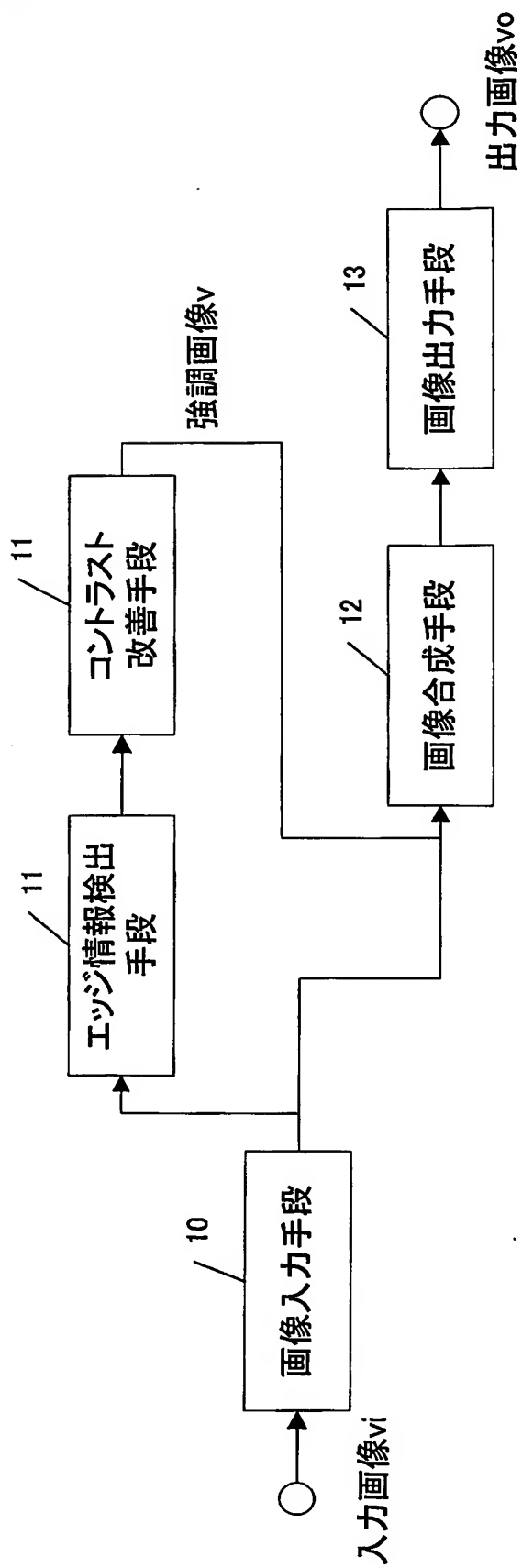


第40図

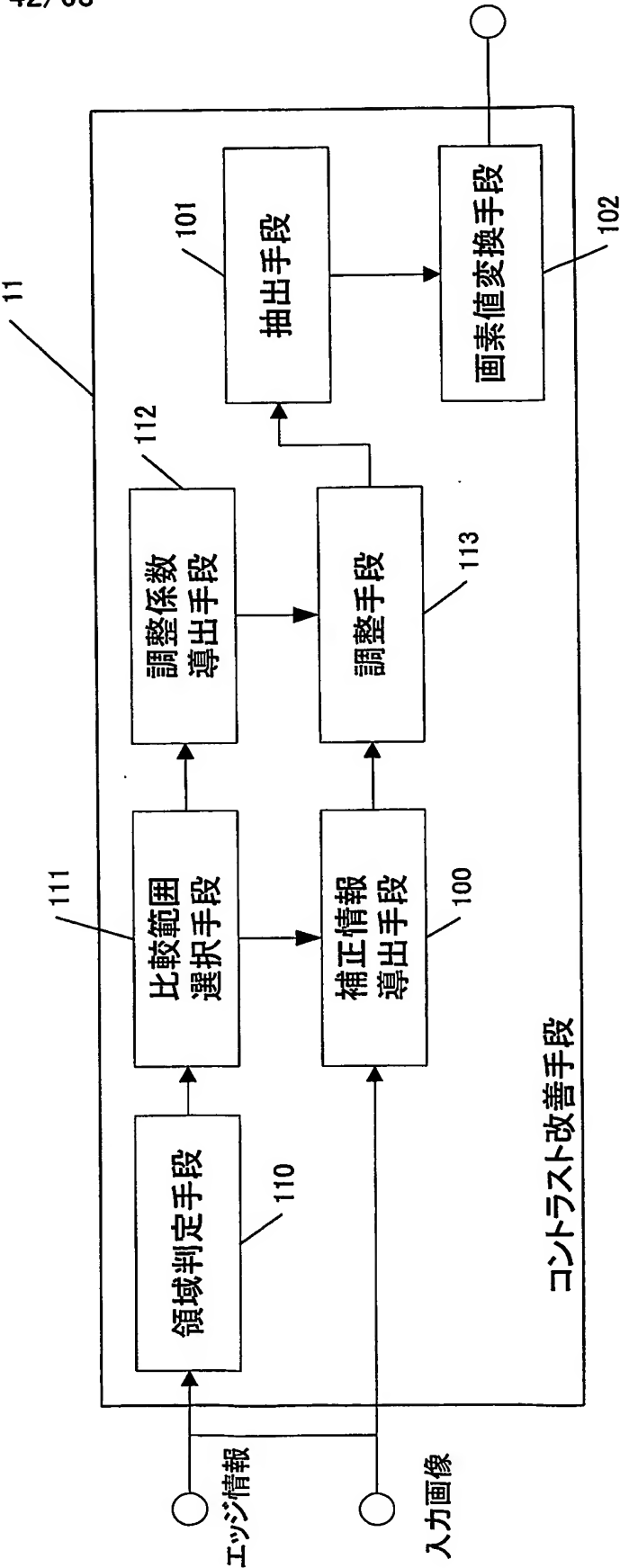


41/68

第41図

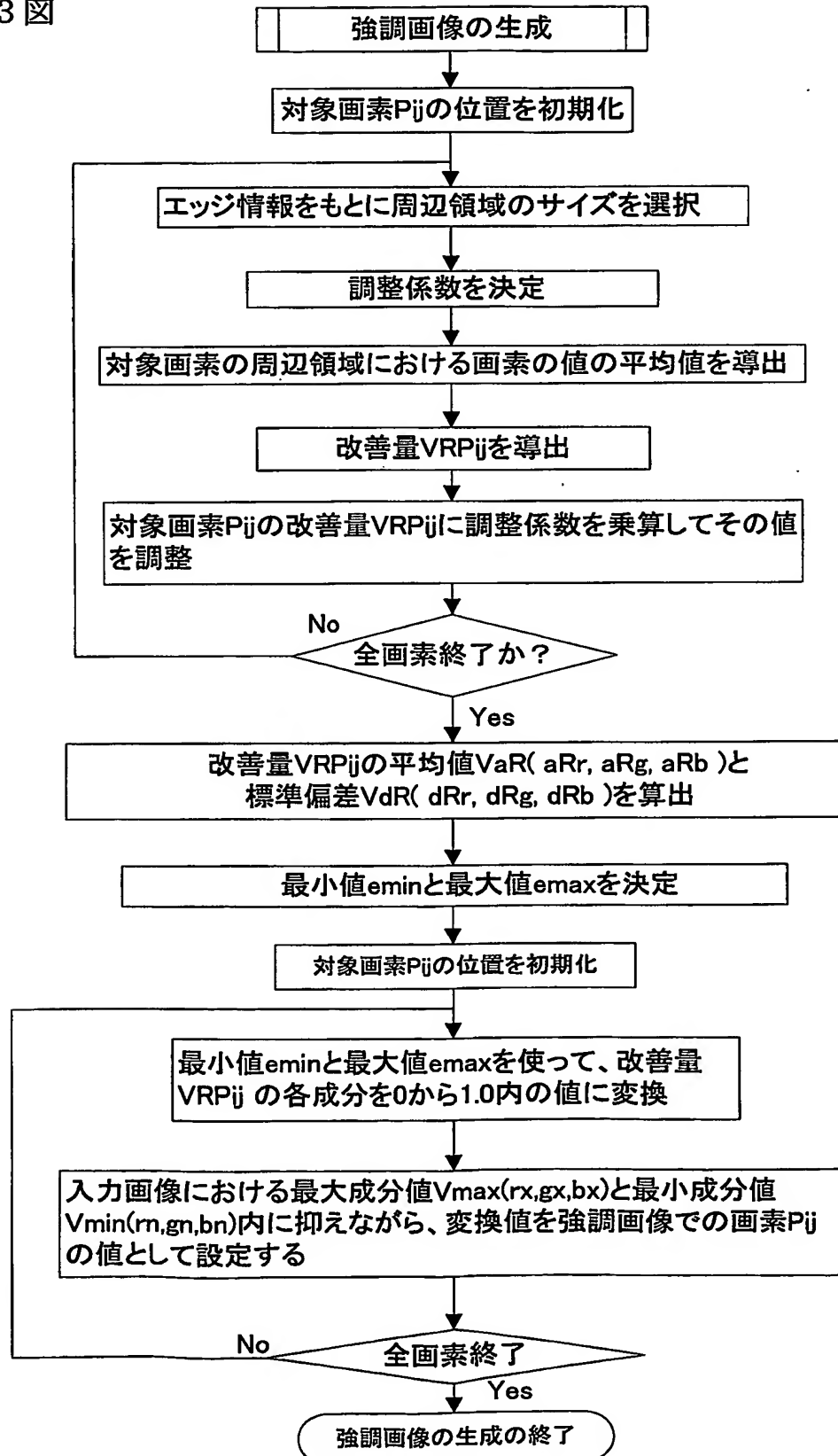


第42図

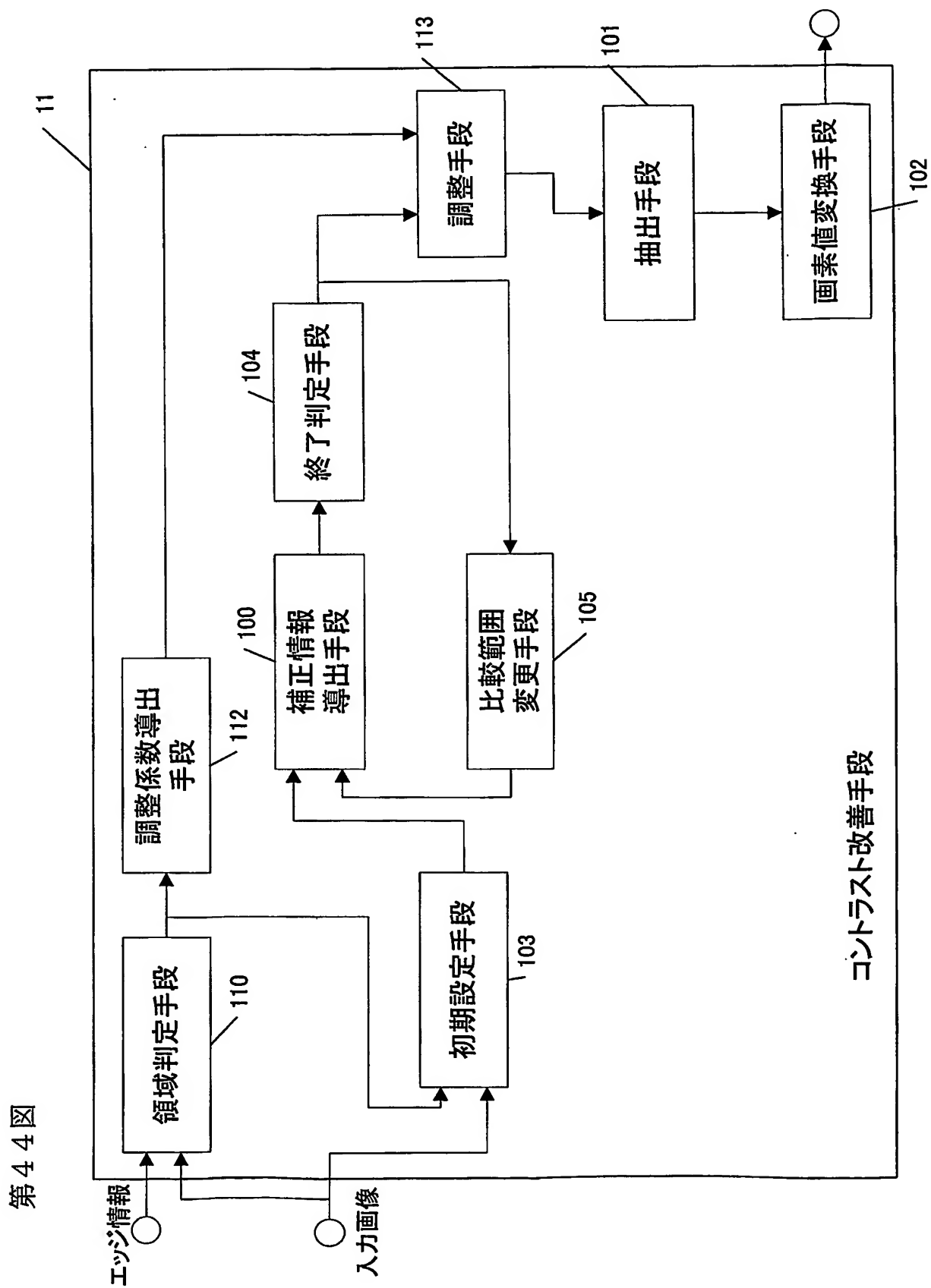


43/68

第 4 3 図

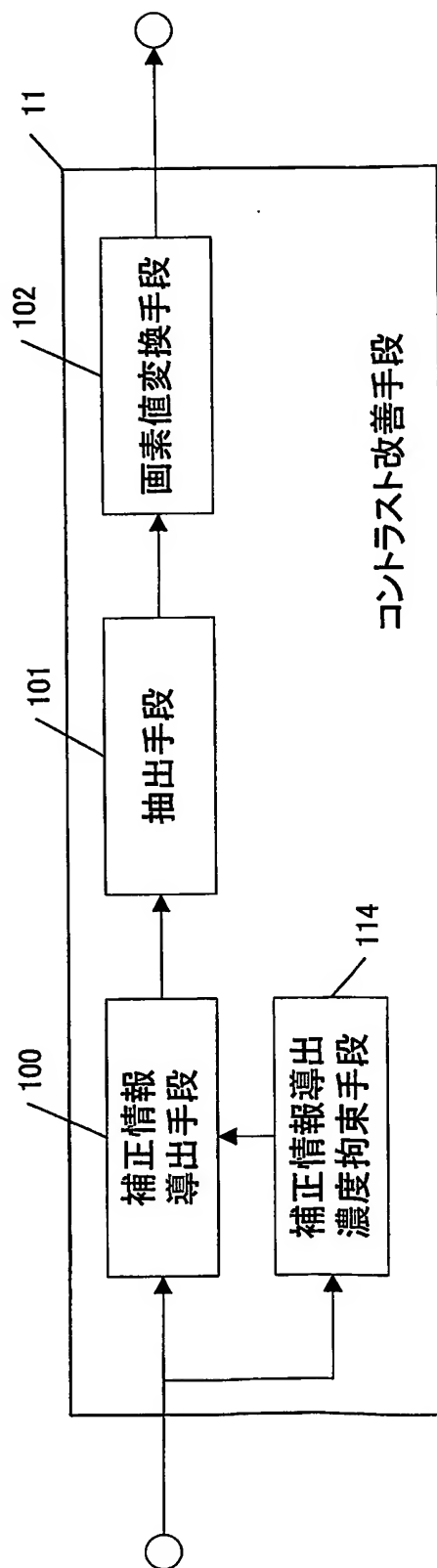


44/68



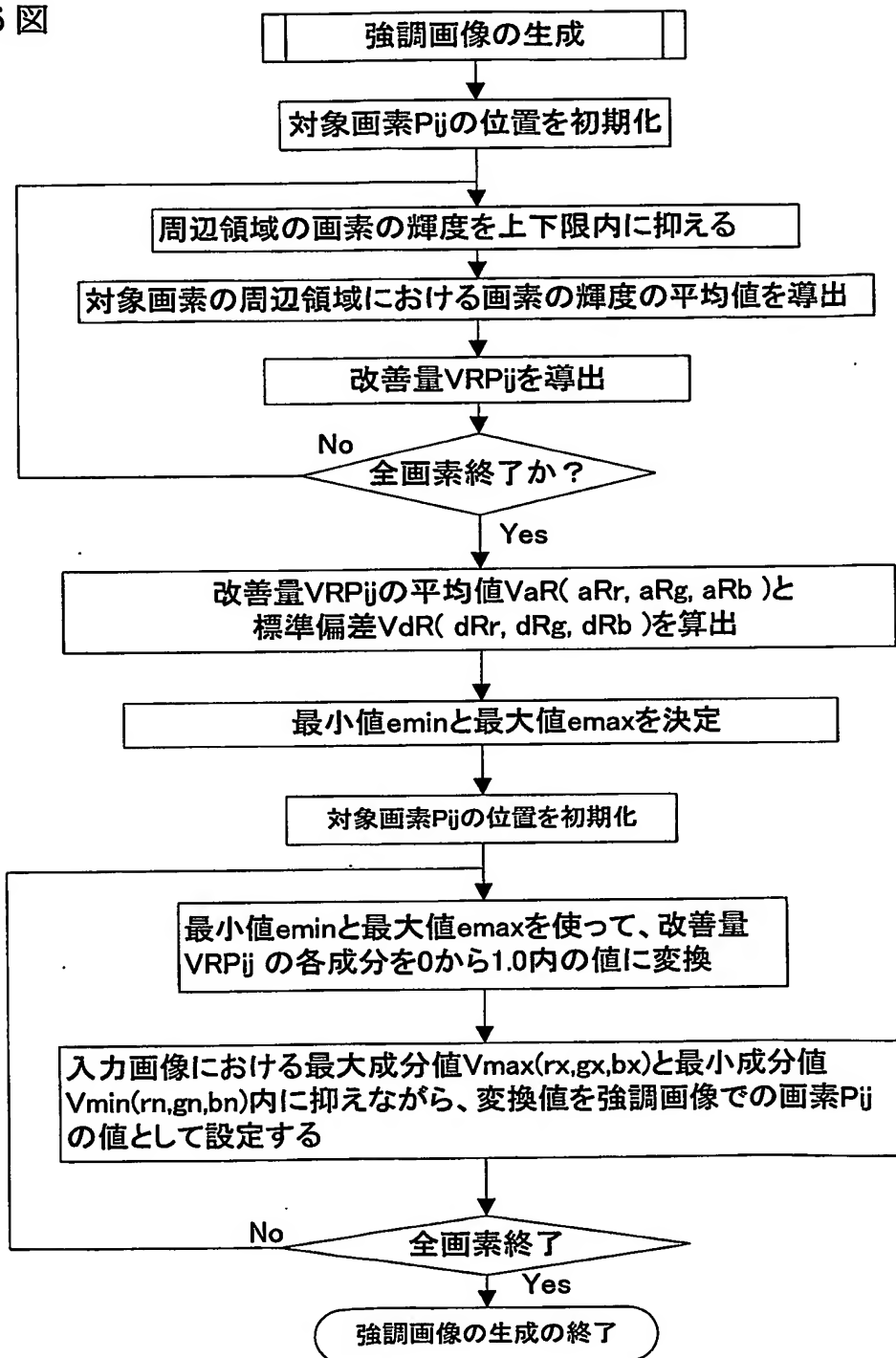
45/68

第45図

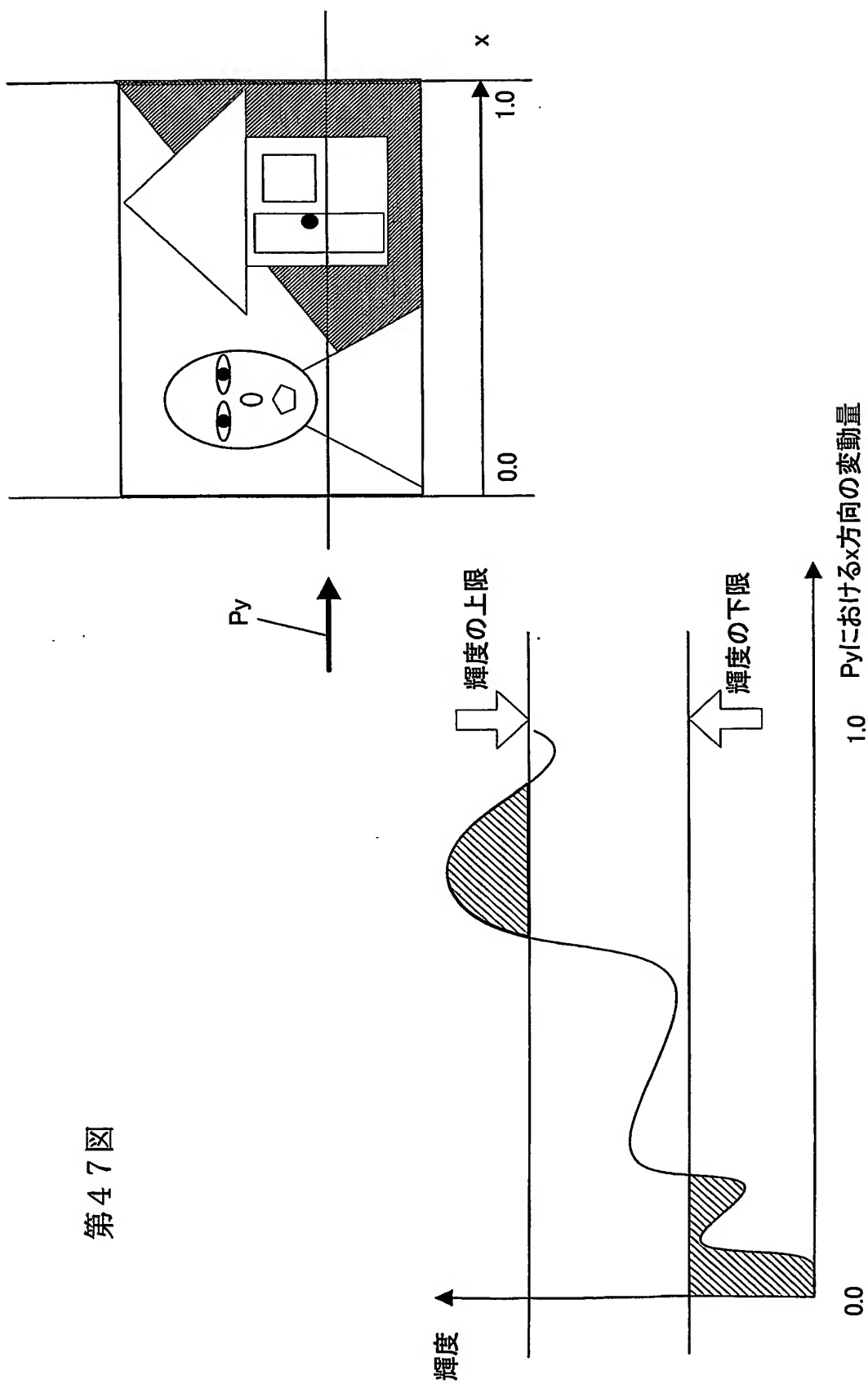


46/68

第 4 6 図



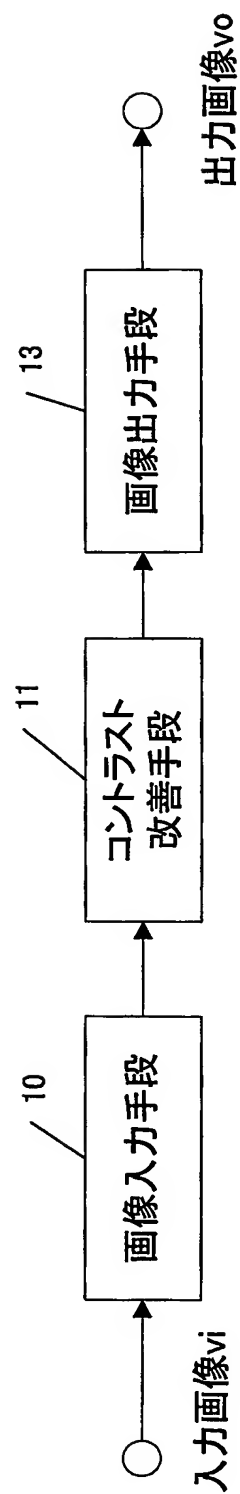
47/68



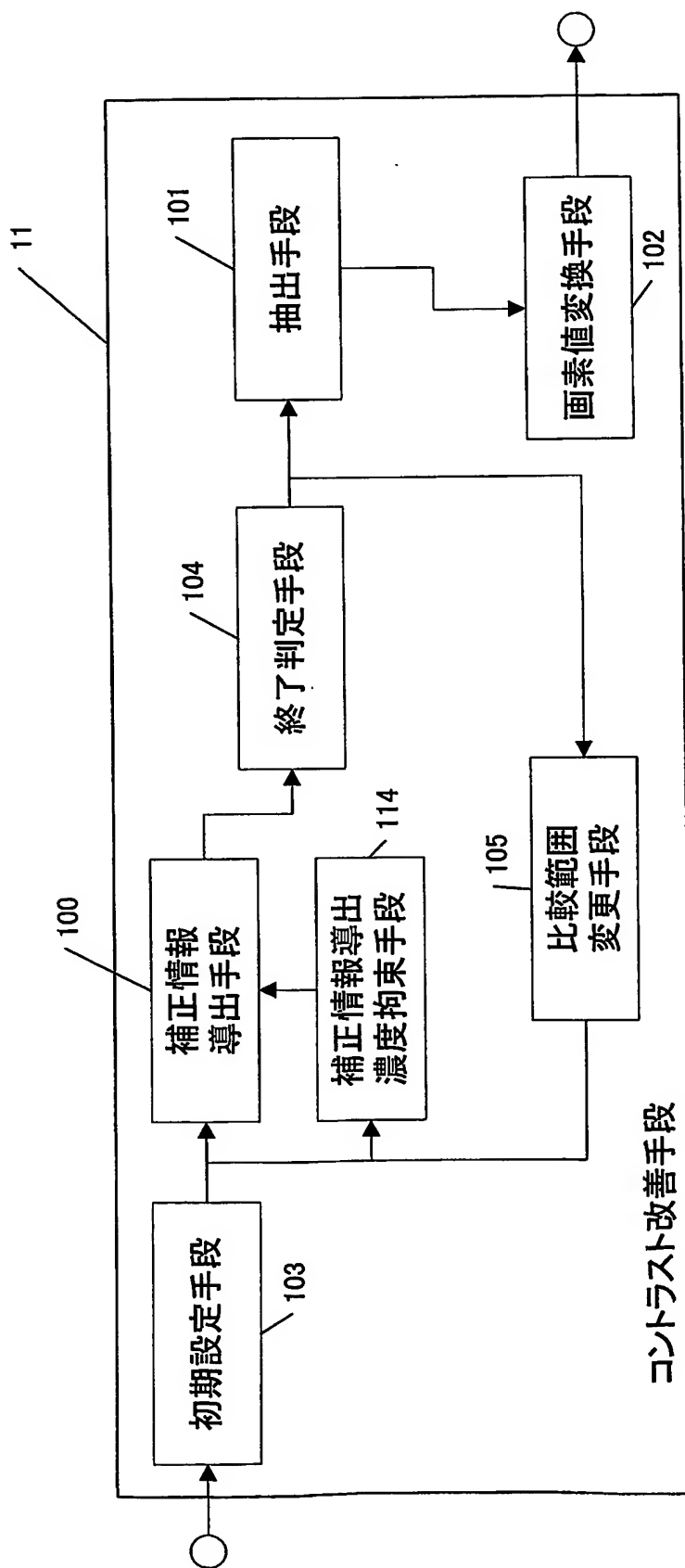
第47図

48/68

第48図

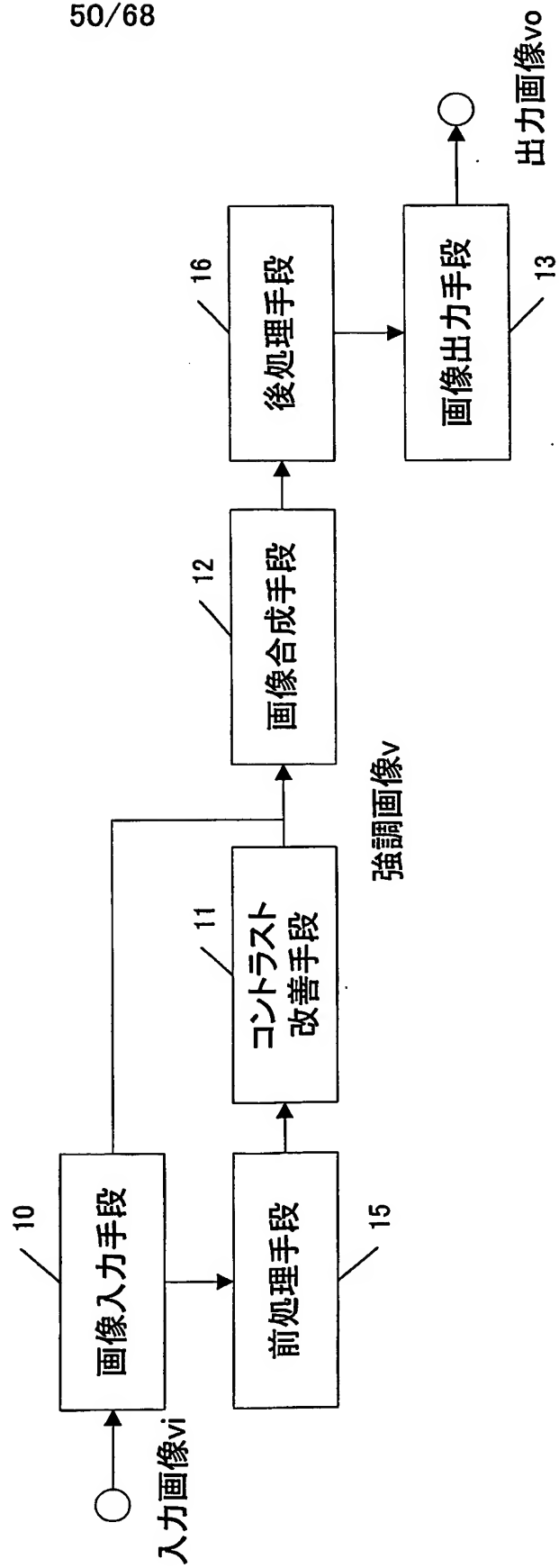


第49図



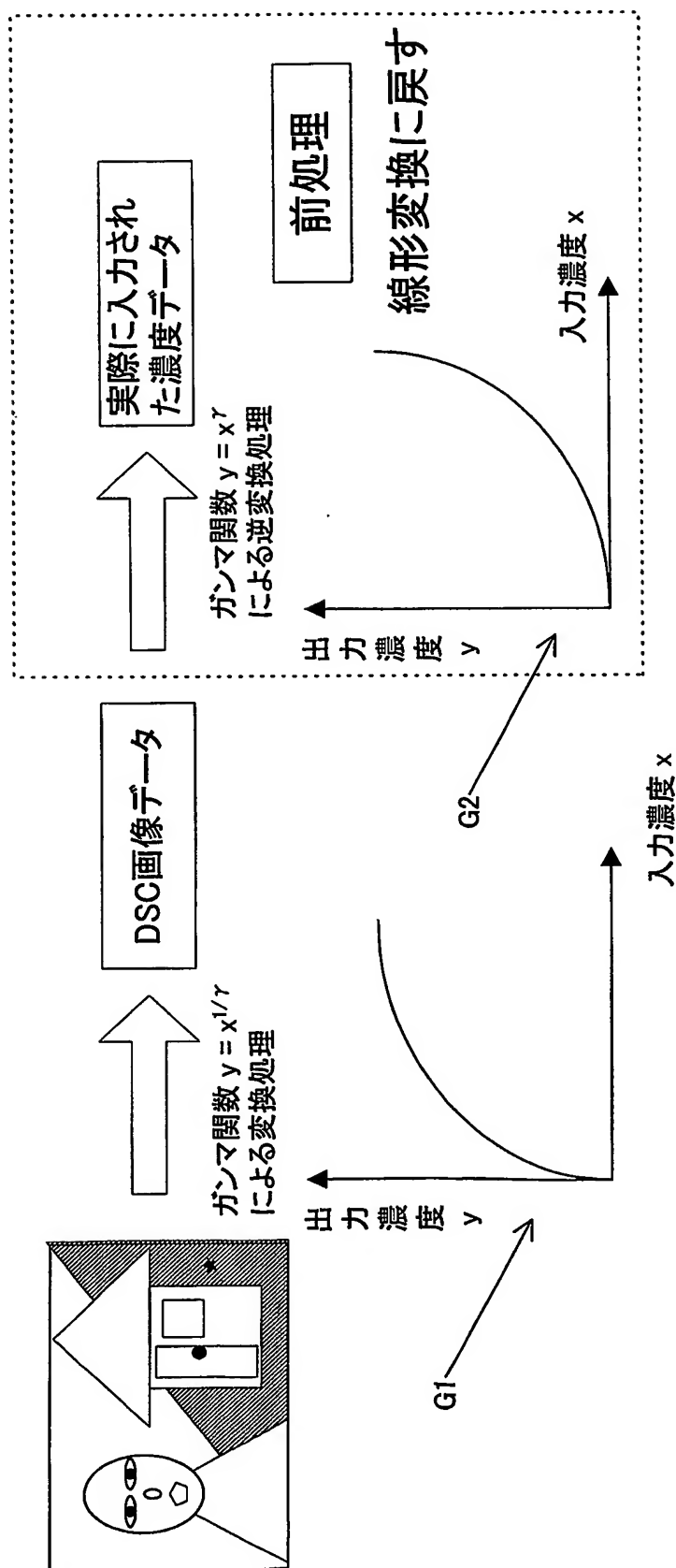
50/68

第50図



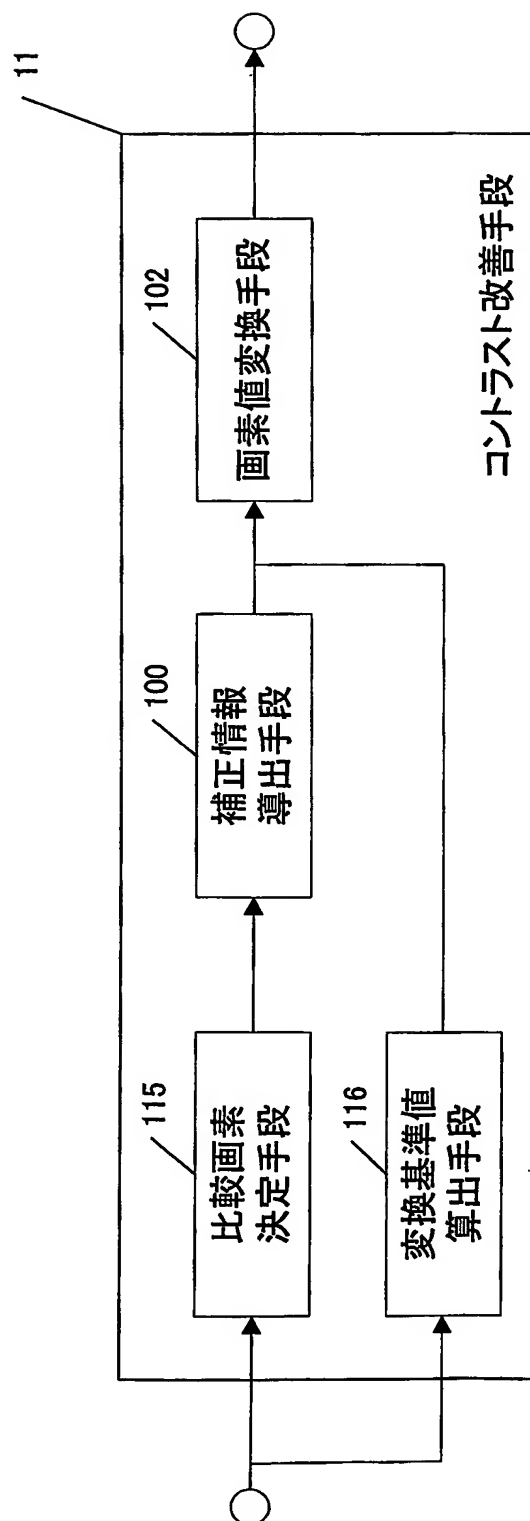
51/68

第51図



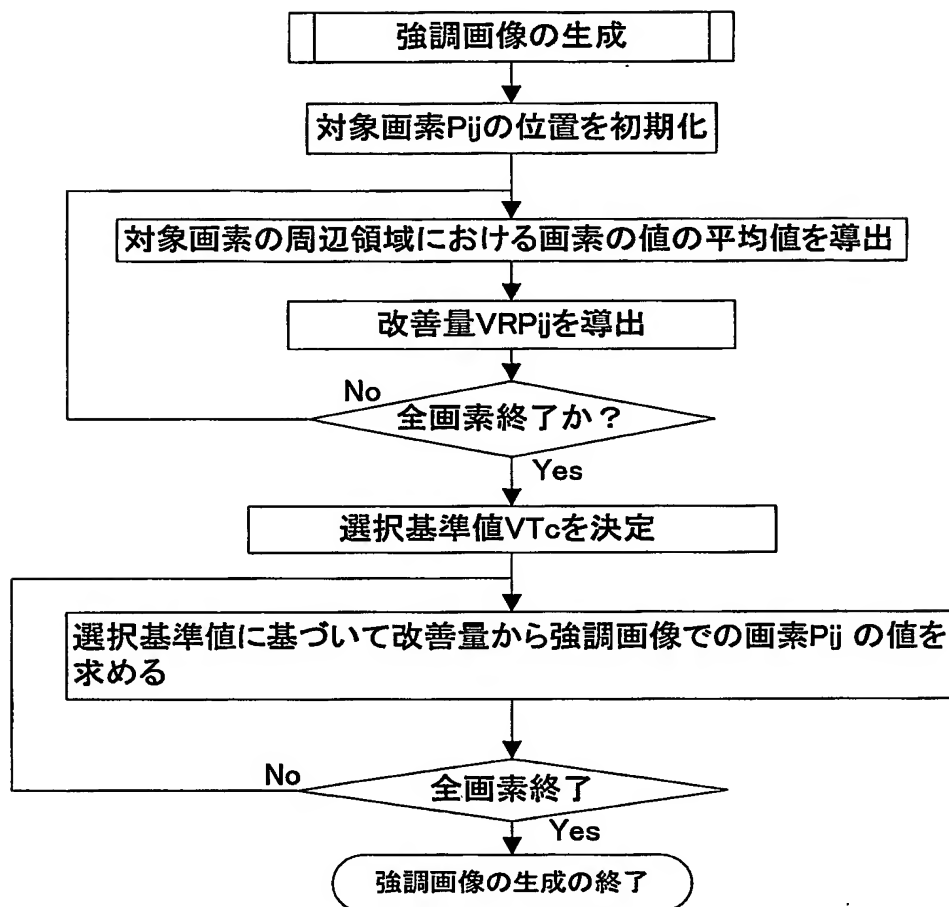
52/68

第52図



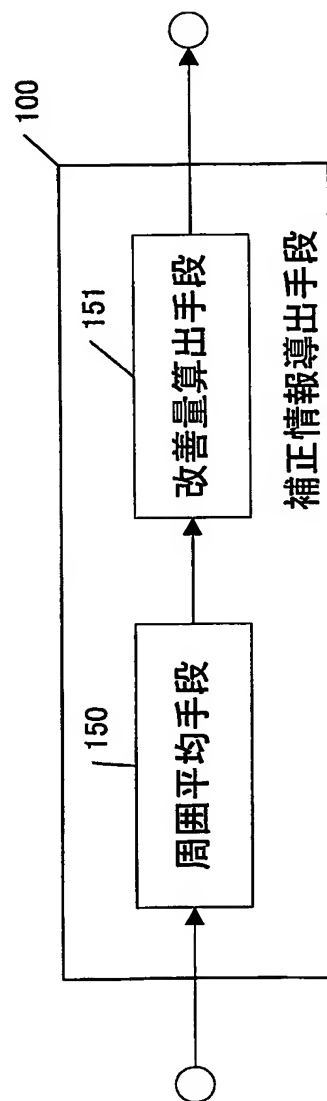
53/68

第 5 3 図

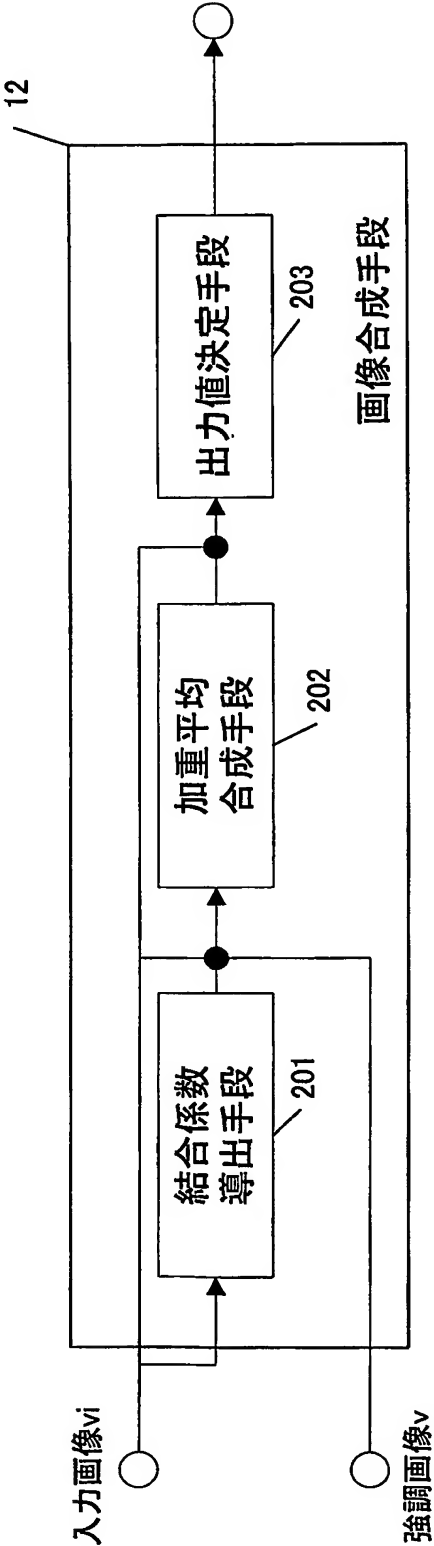


54/68

第54図

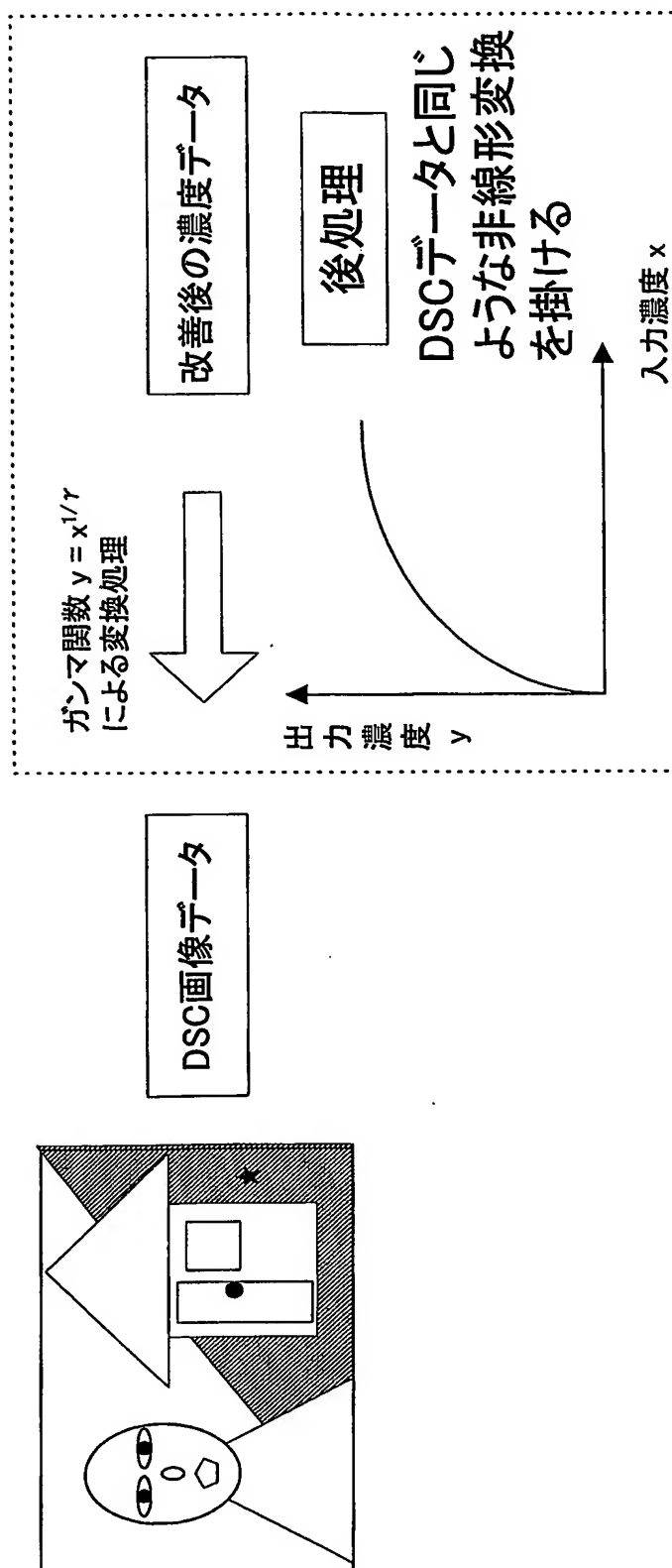


第 5 5 図



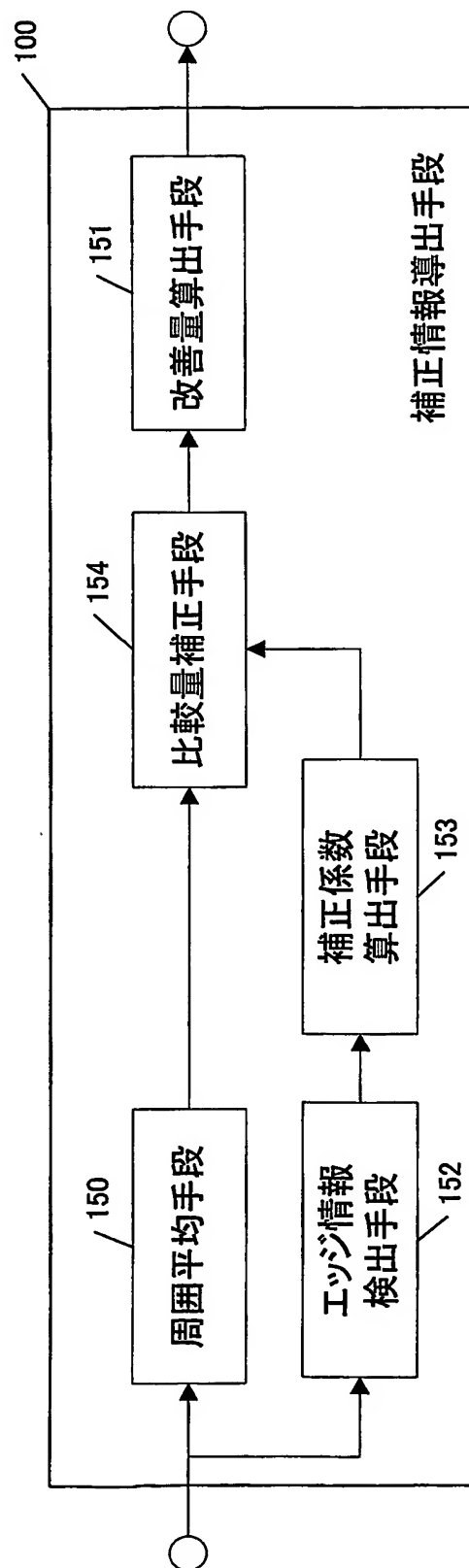
56/68

第56図



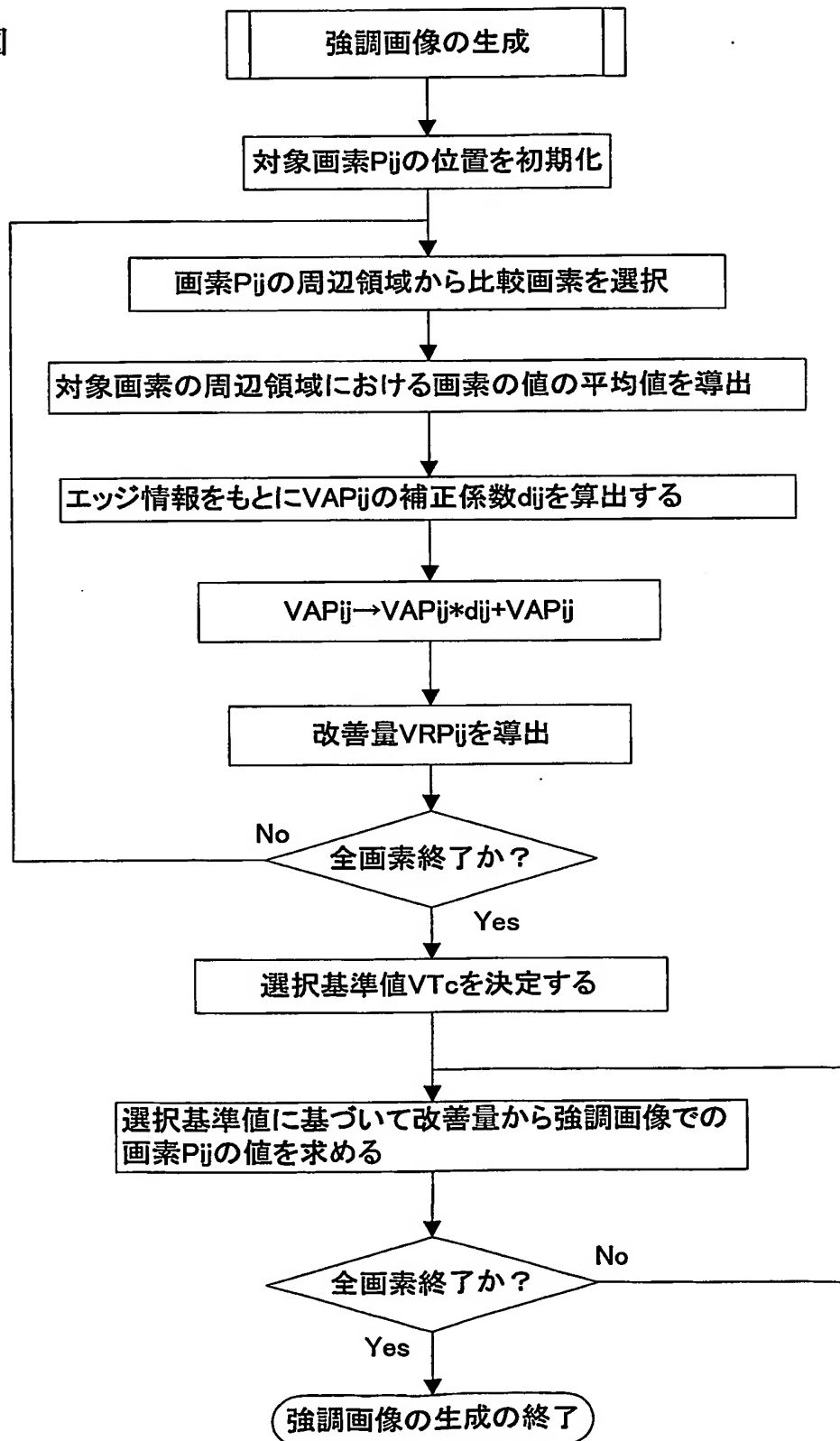
57/68

第57図



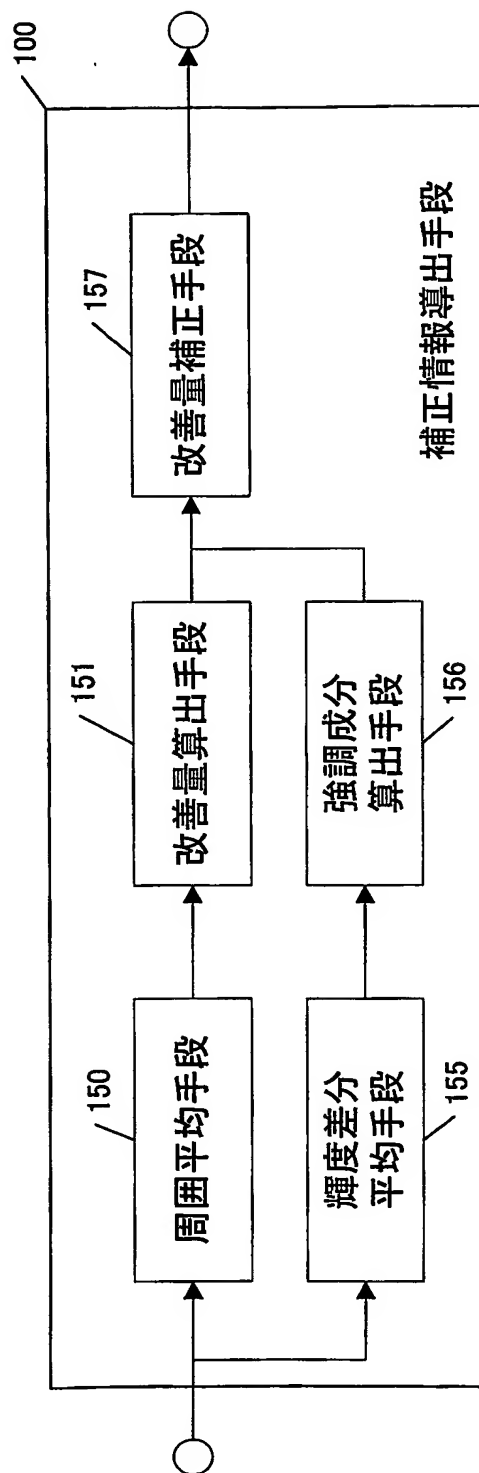
58/68

第58図



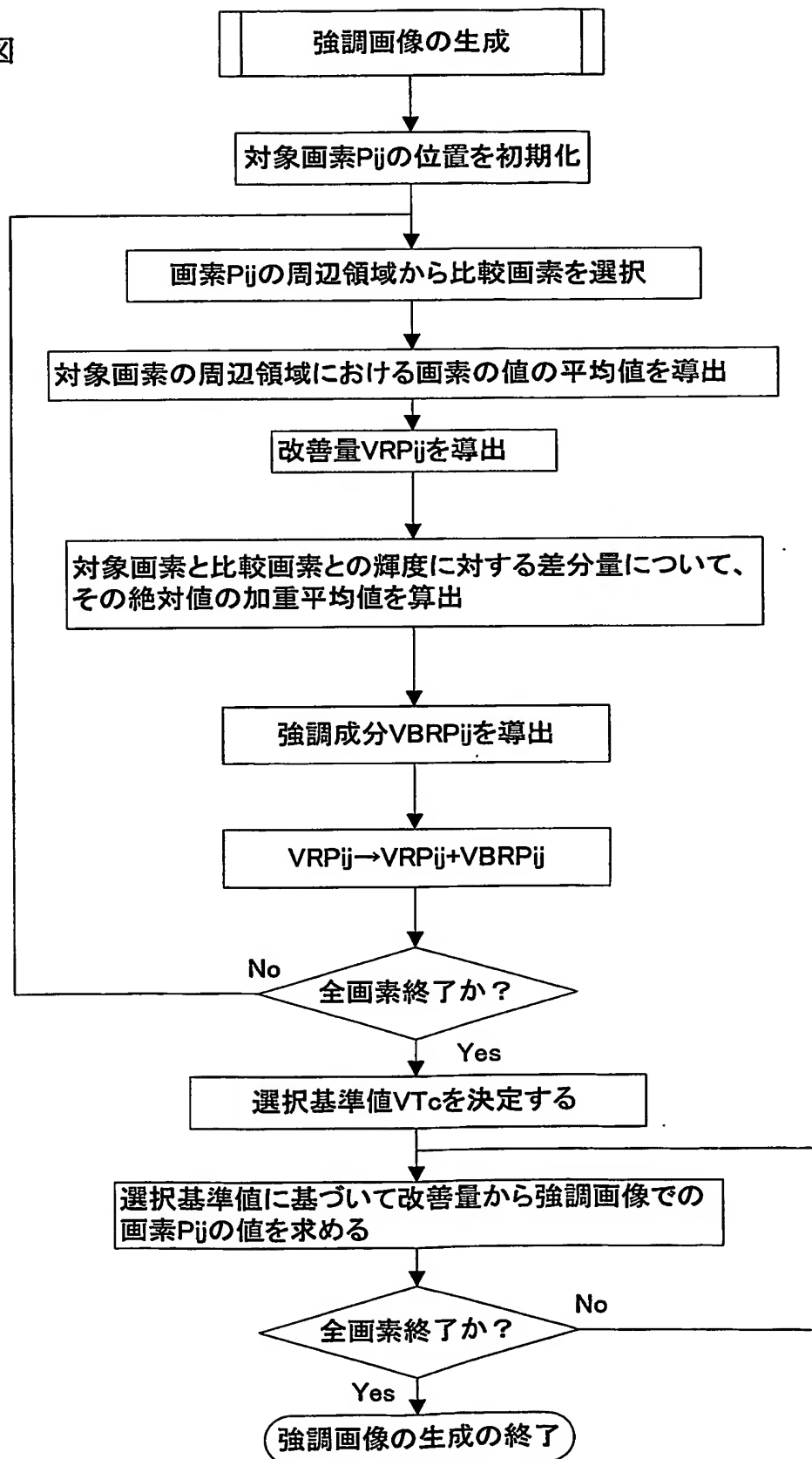
59/68

第59図



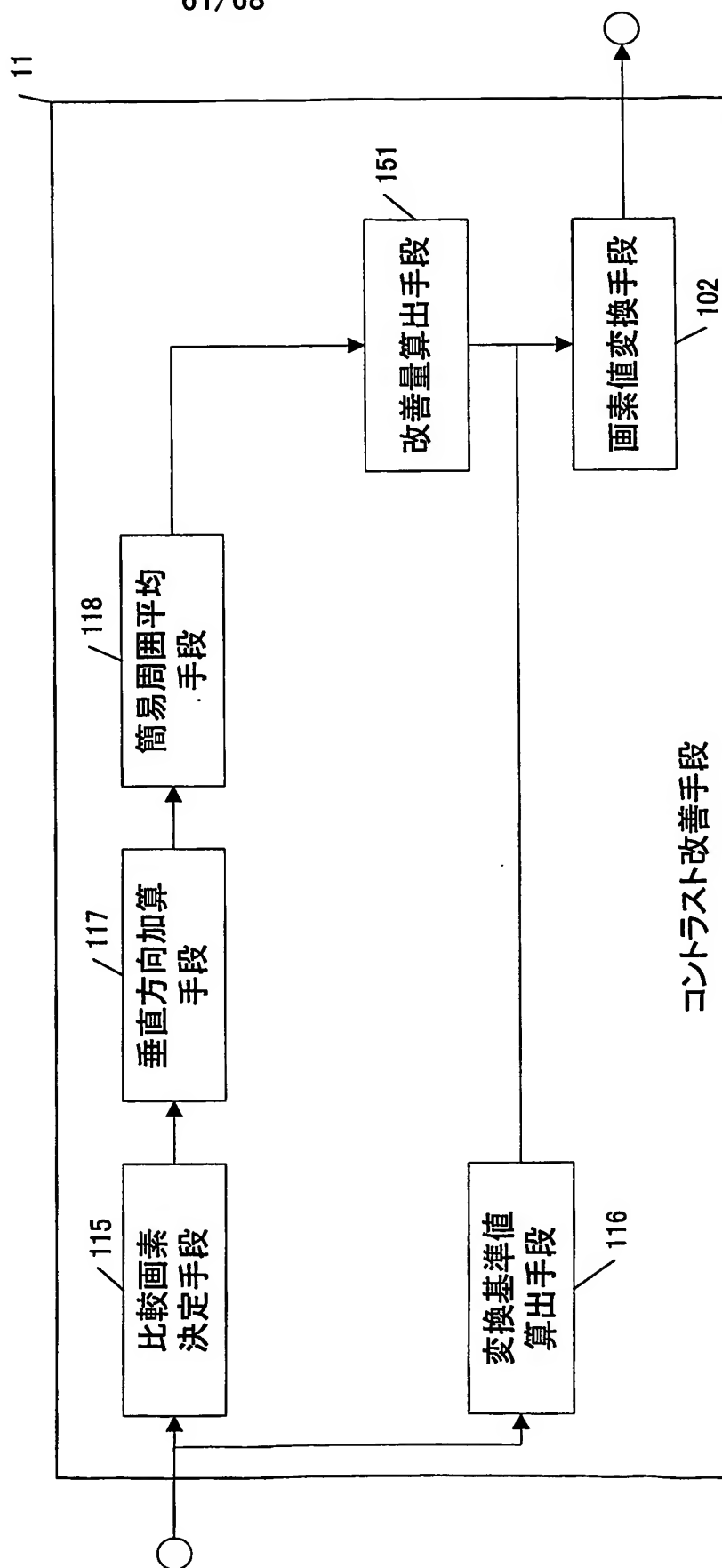
60/68

第60図



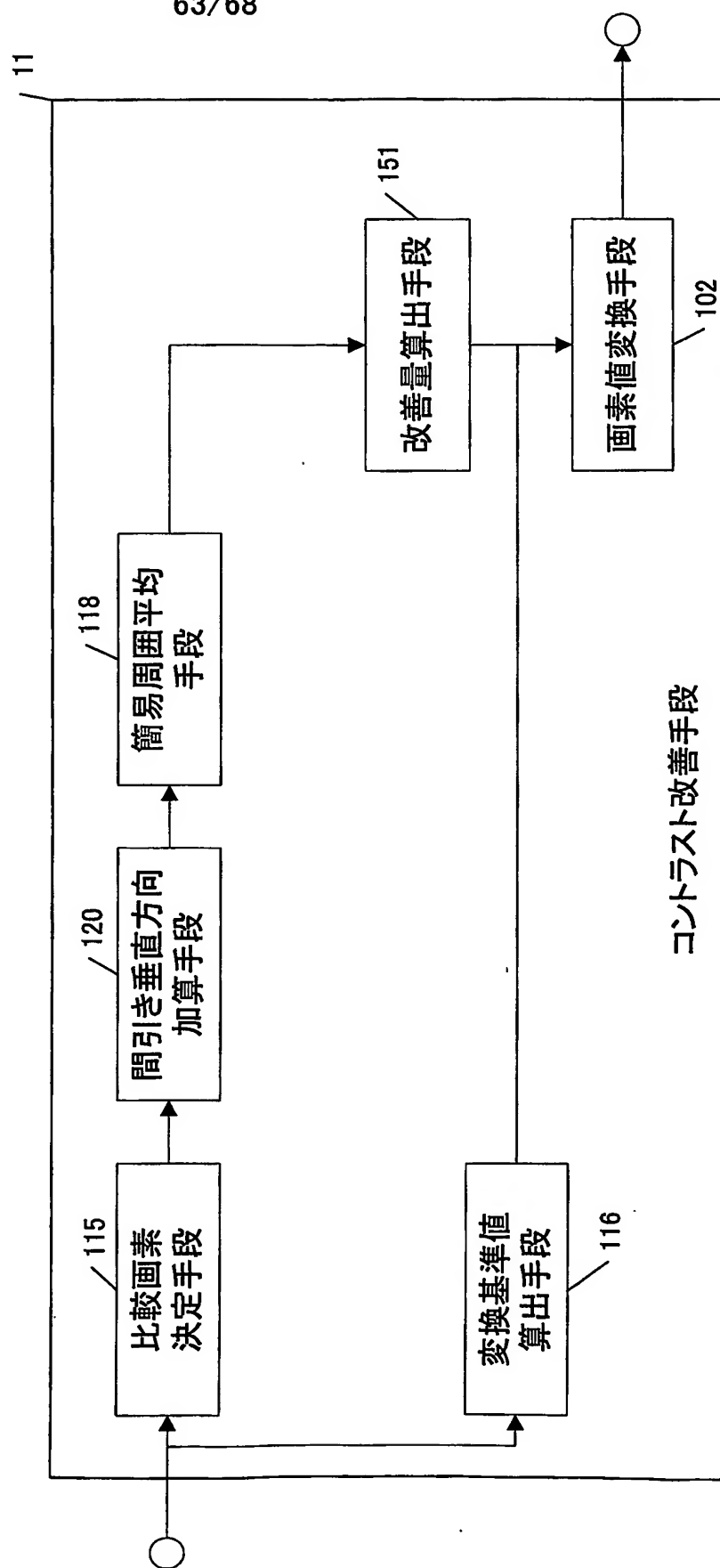
61/68

第61図

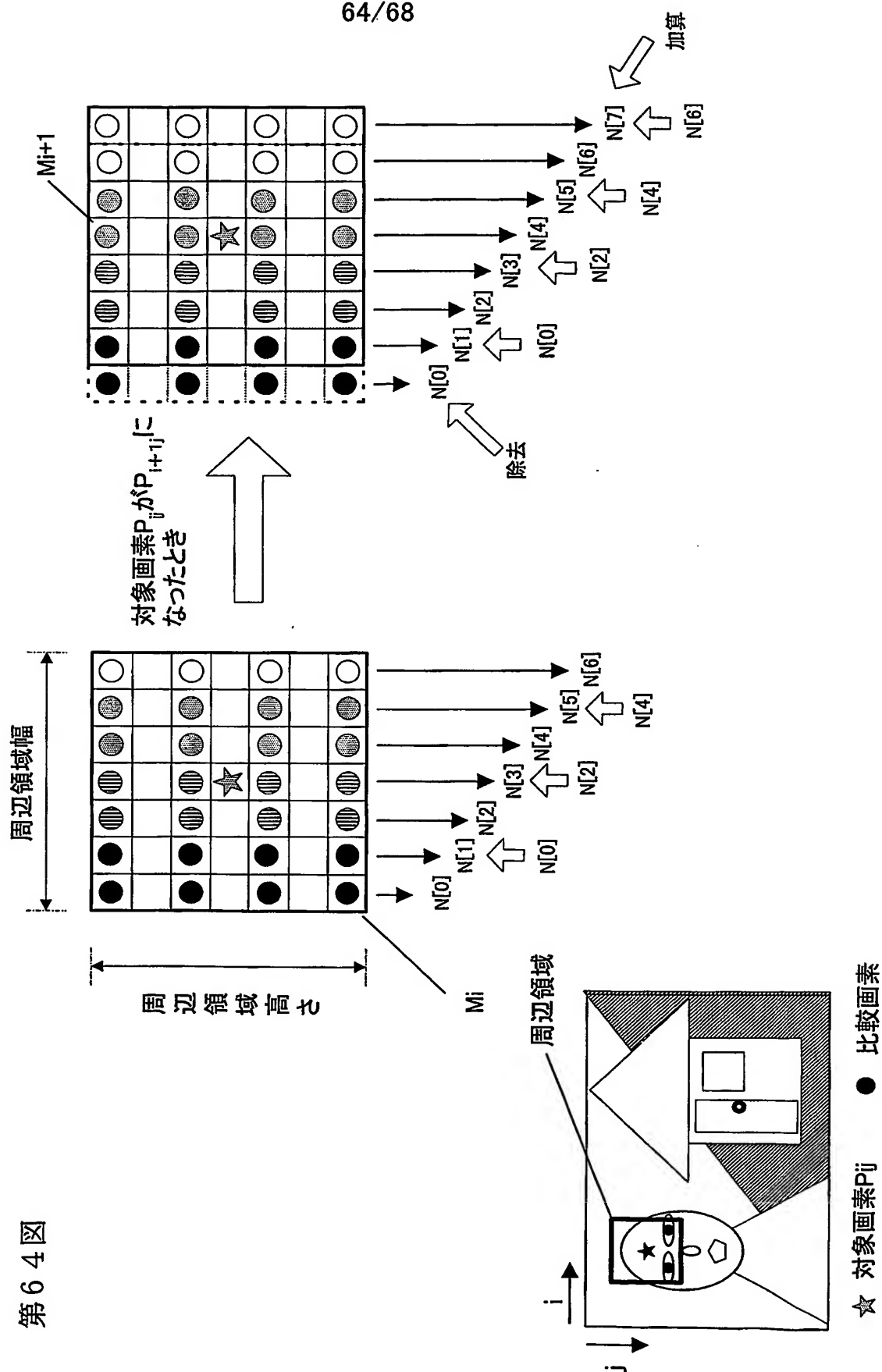


63/68

第63図

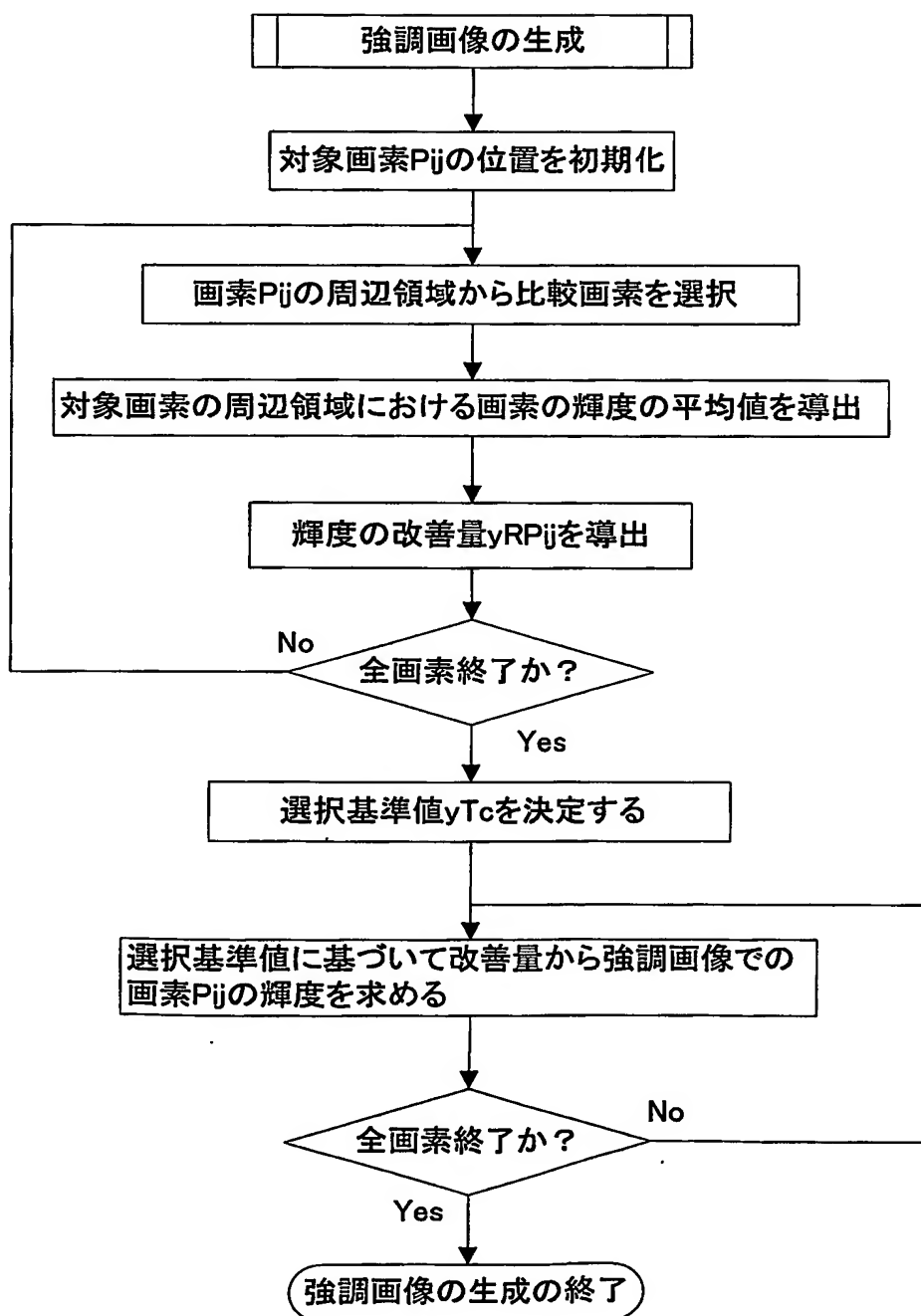


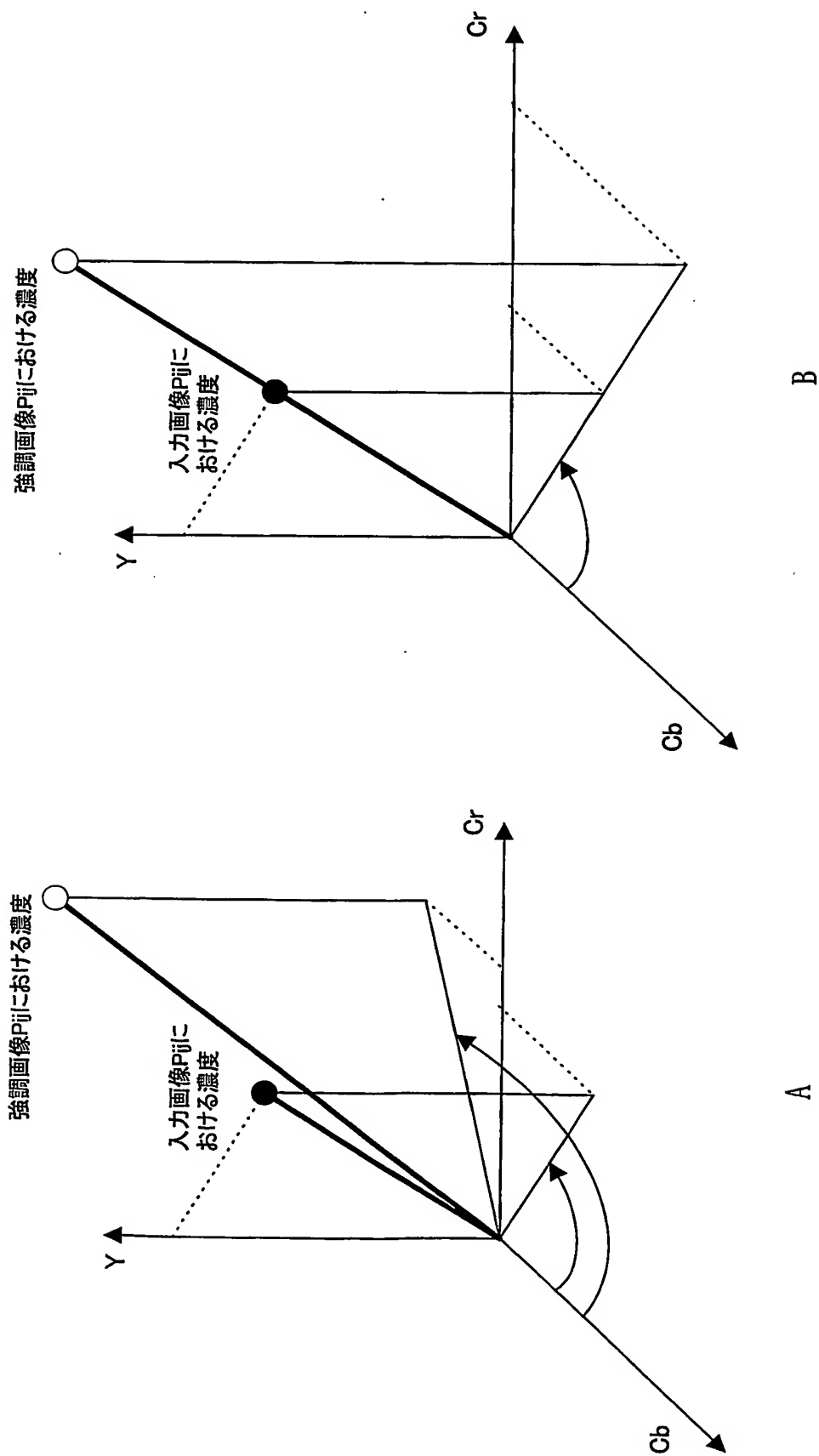
64/68



65/68

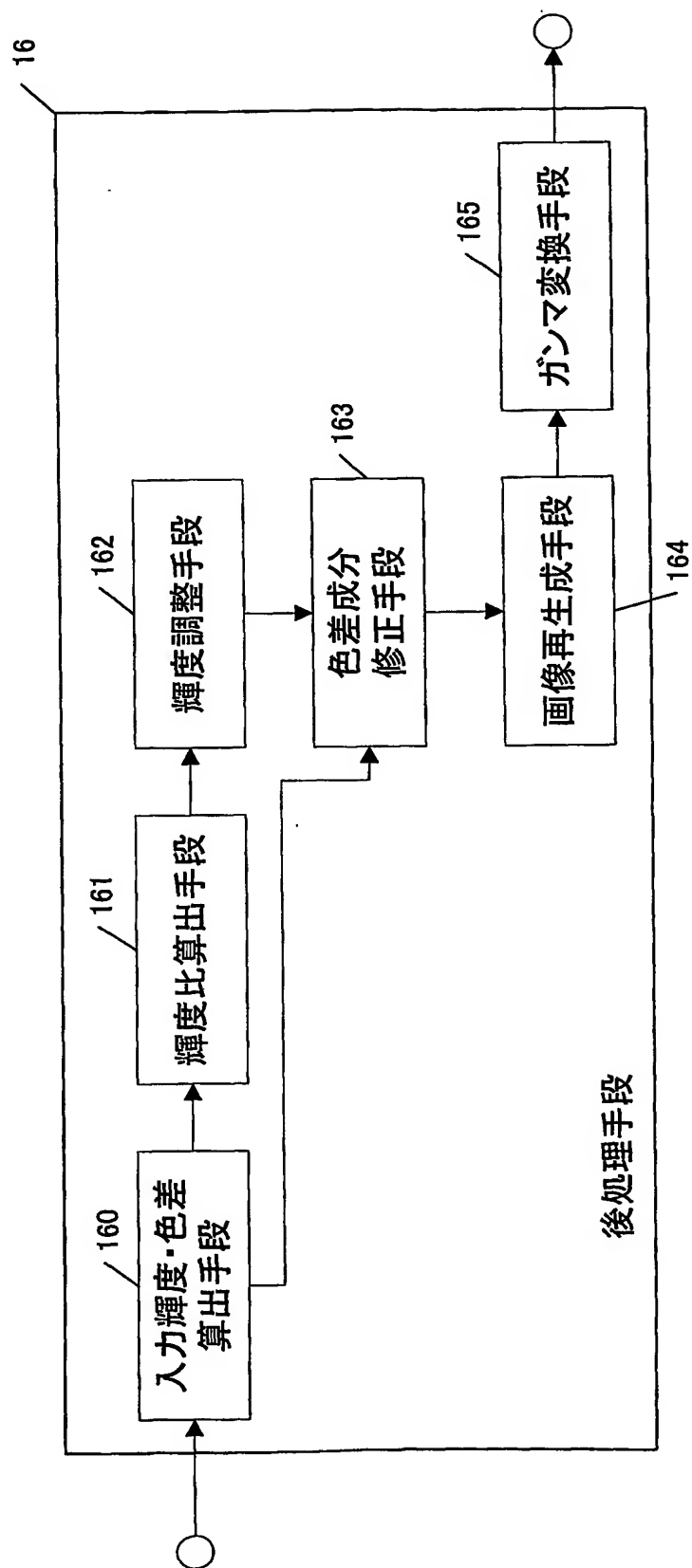
第 6 5 図



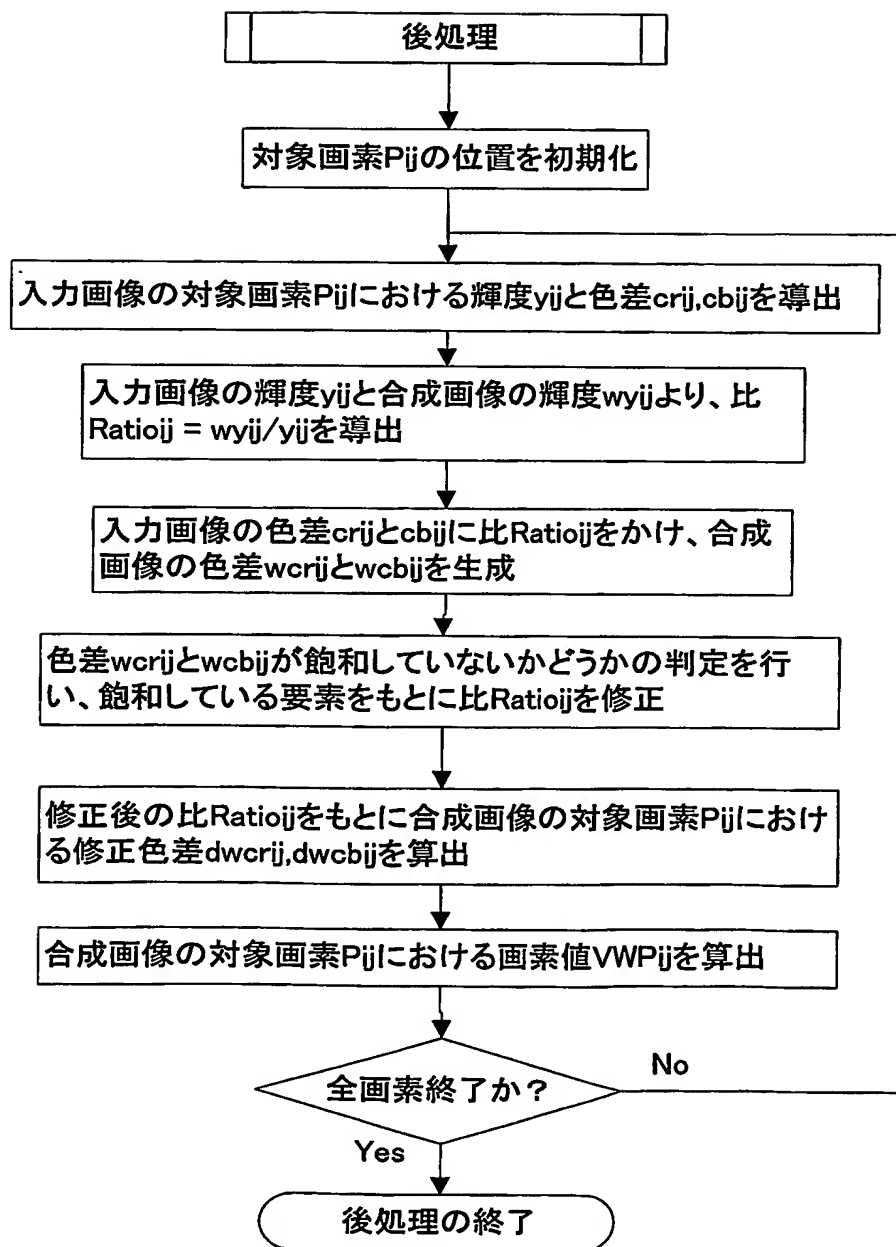


第66図

第67図



第 6 8 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/01450

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ G06T3/00, G06T5/00, H04N1/387, H04N1/40, H04N5/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ G06T3/00, G06T5/00, H04N1/387, H04N1/40, H04N5/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	WO 91/02425 A1 (IMAGEWARE RESEARCH AND DEVELOPMENT, INC.), 21 February, 1991 (21.02.91), & EP 703698 A1 & US 5245432 A & JP 4-507314 A	1, 2, 12-14, 16, 28, 35, 36, 38, 39, 49-51, 53, 64, 71, 72 3-11, 15, 17-27, 29-34, 37, 40-48, 52, 54-63, 65-70, 73
Y	JP 2000-50042 A (Chuo Electronics Co., Ltd.), 18 February, 2000 (18.02.00), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 12-14, 16, 38, 39, 49-51, 53
Y	JP 10-150566 A (NEC Corp.), 02 June, 1998 (02.06.98), Full text; all drawings (Family: none)	28, 35, 36, 64, 71, 72



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 May, 2003 (06.05.03)Date of mailing of the international search report
20 May, 2003 (20.05.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/01450

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to claims 1-73 is an image processing device (image processing method) having contrast improving means (contrast improving step) and image output means (image output step). However, the image processing device is not novel since it is disclosed in JP 2000-50042 and JP 7-220066. Accordingly, there is no technical feature common to all the claims.

The International Searching Authority considers that the claims are divided into 10 groups of inventions: claims 1-11, claim 12, claims 13-15, claim 16, claims 17-18, claims 19-23, claims 24-27, claims 28-34, claim 35, and claims 36-37.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T3/00, G06T5/00, H04N1/387, H04N1/40,
H04N5/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G06T3/00, G06T5/00, H04N1/387, H04N1/40,
H04N5/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 91/02425 A1 (IMAGEWARE RESEARCH AND DEVELOPMENT, INC.) 1991. 02.21 全文, 全図 & EP 703698 A1 & US 5245432 A & JP 4-507314 A	1, 2, 12-14, 1 6, 28, 35, 36, 3 8, 39, 49-51, 5 3, 64, 71, 72

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

廣島 明芳

5H

9853

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A		3-11, 15, 17-2 7, 29-34, 37, 4 0-48, 52, 54-6 3, 65-70, 73
Y	J P 2000-50042 A (中央電子株式会社) 2000.02.18 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 12-14, 1 6, 38, 39, 49-5 1, 53
Y	J P 10-150566 A (日本電気株式会社) 1998.06.02 全文, 全図 (ファミリーなし)	28, 35, 36, 64, 71, 72

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-73に共通の事項は、コントラスト改善手段 (コントラスト改善 ステップ) と画像出力手段 (画像を出力するステップ) とを有する画像処理装置 (画像処理方法) であるが、該画像処理装置は、特開2000-50042号公報、特開平7-220066号公報に開示されており、新規ではないことが明らかであるから、請求の範囲全てに共通の事項はない。

国際調査機関は画像処理装置について発明の数を、請求の範囲1-11, 12, 13-15, 16, 17-18, 19-23, 24-27, 28-34, 35, 36-37の10と認めた。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。